

TIJDSCHRIFT OVER PLANTEZIEKTEN

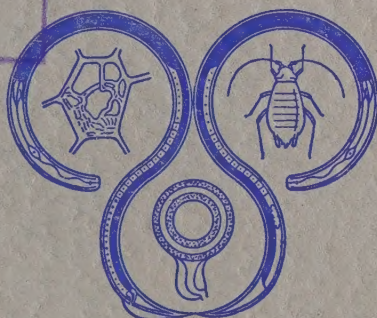
COMMONWEALTH INST.
ENTOMOLOGY LIBRARY

- 3 MAR 1958

SERIAL *Eu. 86*
SEPARATE

JAARGANG 63 - 1957

5e AFLEVERING



Uitgave van de
NEDERLANDSE PLANTEZIEKTENKUNDIGE
VERENIGING

Onder Redactie van

Mej. H. L. G. DE BRUYN; Dr. J. A. A. M. H. GOOSSENS;
Prof. Dr. A. J. P. OORT; Mej. F. QUAK; Dr. J. P. H. VAN DER WANT
en Dr. H. J. DE FLUITER (Secretaris)

Redactie-adres: Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek,
Binnenhaven 4a, Wageningen

BESTUUR

VAN DE NEDERLANDSE PLANTEZIEKTENKUNDIGE VERENIGING

Dr. P. M. L. Tammes, Wageningen, *Voorzitter*

Ir. J. A. J. Veenenbos, Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, *Secretaris*

Dr. A. P. Koe, Lab. v. Phytopathologie, Binnenhaven 4, Wageningen, *1e Penningmeester*.

Postrekening no. 346310 ten name van Penningmeester van de Nederlandse Plantenziektenkundige Vereniging te Wageningen

Mej. F. Quak, Binnenhaven 4a, Wageningen, *2e Penningmeesteresse*

A. van Herwijnen, St. Pancras

Dr. Ir. C. Mastenbroek, Hoofddorp

Prof. Dr. A. J. P. Oort, Wageningen

P. Smeding, Leeuwarden

Lidmaatschap Ned. Plantenziektenkundige Vereniging

Nederland, Indonesië, Suriname en Curaçao f 7,50, België f 7,50, Buitenland f 8,50.

Leden ontvangen het tijdschrift gratis.

Abonnement Tijdschrift

Nederland, Indonesië, Suriname en Curaçao f 10,—, België f 10,—, Buitenland f 13,50

Betalingen op postrekening 346310 t.n.v. Penningmeester Ned. Plantenziektenkundige Vereniging te Wageningen.

Advertentiën

Prijzen per plaatsing: $\frac{1}{4}$ pag. f 12,50; $\frac{1}{2}$ pag. f 20,—; $\frac{3}{4}$ pag. f 30,—; 1 pag. f 55,—.

Bij 3 maal plaatsen van dezelfde advertentie 10 procent korting.

Bij 6 maal plaatsen van dezelfde advertentie 20 procent korting.

Voor plaatsing wende men zich tot de secretaris der Redactie-Commissie, p.a. Binnenhaven 4a, Wageningen, tel. 2151, of tot H. Veenman & Zonen, Wageningen, tel. 2242.

INHOUD

HOOFDARTIKELEN

	Blz.
T. H. THUNG — Het virologisch onderzoek aan de Landbouwhogeschool, Wageningen. <i>With a summary: Virological research in the Agricultural University, Wageningen</i>	209
L. BOS — Plant teratology and plant pathology. <i>Met een samenvatting: Plantenteratologie en Plantenziektenkunde</i>	222
J. A. VON ARX — Ueber <i>Fusicladium saliciperdu</i> (ALL. et TUB.) LIND. <i>With a summary: On Fusicladium saliciperdu</i> (All. et Tub.) Lind. <i>Met een samenvatting: Over Fusicladium saliciperdu</i> (All. et Tub.) Lind.	232
D. NOORDAM — Tabaksnecrosevirus in samenhang met een oppervlakkige aantasting van aardappelknollen. <i>With a summary: Tobacco necrosis virus associated with a superficial affection of potato tubers</i>	237
R. D. WINSLOW and T. D. WILLIAMS — Amoeboid organisms attacking larvae of the potato root eelworm (<i>Heterodera rostochiensis</i> WOLL.) in England and the beet eelworm (<i>H. schachtii</i>) SCHM. in Canada. <i>Met een samenvatting: Amoëboïde organismen als aantasters van larven van het aardappelcyste-aaltje (Heterodera rostochiensis Woll.) in Engeland en het bietecyste-aaltje (H. schachtii Schm.) in Canada</i>	242

BOEKBESPREKING

EDWIN MÖHN — Beiträge zur Systematik der Larven der Itonididae (= Cecidomyidae, Diptera) 1, door W. NIJVELDT	244
--	-----

HET VIROLOGISCH ONDERZOEK AAN DE LANDBOUW- HOGESCHOOL, WAGENINGEN ¹⁾

With a summary: Virological research in the Agricultural University, Wageningen

DOOR

T. H. THUNG

Laboratorium voor Virologie der Landbouwhogeschool, Wageningen

INLEIDING

Met de instelling van een gewone leerstoel voor Virologie aan de Landbouwhogeschool op 1 januari 1957, waarbij de bestaande buitengewone leerstoel werd opgeheven, is dit vak een zelfstandig onderdeel van het studieprogramma geworden. Tevoren was het een onderdeel van het vak fytopathologie.

In afwachting van het betrekken van een eigen gebouw wordt thans nog gastvrijheid genoten bij het Laboratorium voor Phytopathologie en het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek. Voor de werkzaamheden, het geven van onderwijs en het verrichten van onderzoekingen, zijn eigen practicum- en laboratoriumruimten echter van zeer groot belang.

Het is goed een moment stil te staan bij deze nieuwe ontwikkeling in het landbouwkundig onderwijs en onderzoek in Nederland en ons te bezinnen op de historie van het plantevirusonderzoek hier te lande, alsmede op de vele vraagstukken, waarvoor de viroloog zich in het algemeen geplaagd ziet. Het behoort tot de idealen van de nieuwe afdeling bij te dragen tot de oplossing van enige dezer vraagstukken.

GESCHIEDENIS VAN HET VIRUSONDERZOEK IN NEDERLAND

Tachtig jaar geleden – namelijk in 1876 – ging de Regering ertoe over de Rijkslandbouwschool te Wageningen op te richten. Tot het docentencorps behoorde ook Dr ADOLF MAYER, die met de persoonlijke titel van hoogleraar voor deze onderwijsinstelling was aangetrokken. Voor die tijd was hij buitengewoon hoogleraar aan de Universiteit van Heidelberg. Tot zijn activiteiten – van welke wij het opbouwen van het Proefstationwezen in Nederland willen noemen – behoorde ook het bestuderen van verschillende belangrijke cultures in de Nederlandse landbouw.

Bij deze studie stuitte hij op een ziekte in de tabakscultuur, die al eerder terloops de aandacht moet hebben getrokken in Nederland. Immers VAN SWIETEN, een leerling van de Landbouwhuishoudkundige School te Groningen, vermeldde in 1857 in een rapport over de tabaksteelt te Elst en omstreken en in de Over-Betuwe een ziekte, die hij „roestziekte” noemde. Het is zeer waarschijnlijk, dat deze „roestziekte” dezelfde is als die, welke in 1882 door MAYER met de naam „mozaïekziekte” werd aangeduid. MAYER gebruikt namelijk in het betreffende artikel de namen „roest”, „bont” en „vuil” voor dezelfde ziekte.

De beschrijving van de symptomen vatte hij als volgt samen: „Beschouw

¹⁾ Aangenomen voor publikatie 28-9-1957.

men een blad als den platten grond van een landschap, de bladnerven als de rivieren, het landschap doorstroomende, dan treden de donkere plekken op als de overstromingsgebieden der rivieren, waarvan echter eenige hun bed niet verlaten."

De naam mozaïekziekte is sindsdien populair geworden en zó verbreid, dat virusziekten bij planten in het algemeen decennia lang als mozaïekziekten werden betiteld en HEALD (1926) in zijn handboek de tegenwoordige periode van de bestudering der plantenziekten de „mosaic age" noemde, gezien de overheersende betekenis van de virusziekten in deze tijd.

Enige voor ons belangrijke punten in de waarnemingen van MAYER (1886) zijn de volgende:

„Die Krankheit – bisher nur in Holland bekannt – trotz eifrigen Suchens habe ich in Süddeutschland nur ein einziges Mal ¹⁾ in der Nähe von Karlsruhe eine ähnliche Erscheinung in ganz kleinem Massstabe auffinden können – hat bisher nur provinciale Bezeichnungen erhalten."

Als noot lezen we 1) „Die Kräuselung, das sogenannten „Närrischwerden" des Pfälzer Tabaks, ist eine ganz andere Krankheit, von viel weniger tiefgreifenden Folgen."

Een andere noot deelt onder meer mede:

„Eine sehr grosse Verbreitung hat ferner die Meinung, dass das Verfahren beim Auspflanzen von grossem Einflusse sei. Das geht so weit, dass man in Amerongen einem Knechte, der dafür bekannt war, keine glückliche Hand beim Auspflanzen zu haben, und der in Folge dessen vielen „bunten" Tabak zu verantworten hatte, den Beinamen „Jan Bont" zulegte."

Hieruit kunnen we opmaken, dat de verbreiding van de ziekte nog niet sterk was in die dagen, terwijl de besmetting via werkzaamheden zoals het uitplanten, reeds werd vermoed. Thans komt de ziekte algemeen voor en is dit vermoeden volledig bevestigd.

Met het „Närrisch werden" van de tabak in de Pfalz is misschien een ziekte bedoeld, welke thans in Nederland in de belangstelling is gekomen, namelijk de „ratelziekte" van de tabak. Deze ziekte wordt veroorzaakt door een virus, dat bij de aardappel het „stengelbont" teweeg brengt. Het belangwekkendste aspect van dit virus is, dat het tot de zgn. grondvirussen behoort; het blijft nl. lange tijd in de bodem actief en hoewel een eiwit, wordt het blijkbaar niet zodanig aangetast door de enzymen van bodem-micro-organismen, dat het snel verdwijnt.

Het voornaamste resultaat van MAYER's in deze publikatie vermelde werk is wel, dat hij aantoonde dat de ziekte door middel van sap overgebracht kan worden.

„Da machte ich auf einmal die Entdeckung, dass der durch Reibung erhaltene Saft von kranken Pflanzen ein sicherer Infektionsstoff für gesunde Pflanzen sei. Wenn man ein deutlich erkranktes Blatt mit Beifügung einiger Tropfen Wasser feinreibt, und die dickliche grüne Emulsion, welche man auf diese Weise erhält, durch fein ausgezogenen kapilläre Glasröhrchen aufsaugen lässt und diese in die dicken Blattnerven eines älteren Blattes so einstickt, dass sie halten bleiben, ohne auf die Hinterseite des Blattes durchzudringen, so gelingt es in 10 Fällen sicherlich neunmal gesunden Pflanzen von denen das so behandelte Blatt ein Stück ausmacht, zu schweren Erkrankung zu bringen."

Hij filtreerde ook het sap door filtreerpapier en veelal verkreeg hij met de

filtraten infectie bij gezonde planten. Zijn uiteindelijke opvatting was, dat de smetstof uit bacteriën zou bestaan, zo klein, dat ze het filtreerpapier konden passeren. Spoedig zou hier echter een nieuw licht op vallen.

Een andere kracht, in 1876 in Wageningen aangetrokken, was Dr M. W. BEIJERINCK. Hij bleef hier tot 1885, waarna hij naar Delft vertrok, eerst als leider van het microbiologisch onderzoek aan de Nederlandsche Gist- en Spiritus-fabriek en later als hoogleraar aan de Polytechnische School (later Technische Hogeschool). Van 1897 af heeft BEIJERINCK 26 jaar in het door hem opgebouwde Laboratorium voor Microbiologie te Delft gewerkt.

In 1889 zag – als resultaat van het in Wageningen begonnen onderzoek – van zijn hand een publikatie het licht, getiteld: „Over een *Contagium vivum fluidum* als oorzaak van de vlekziekte der tabaksbladeren.”

Genoemde publikatie verscheen in de vorm van een vergaderingsverslag van de Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Overeenkomstige, meer uitgewerkte publikaties werden enige tijd later in het Duits en het Frans uitgegeven.

Filtreerproeven met porceleinen filters en agarlagen gaven BEIJERINCK aanleiding tot de opstelling van een zeer originele hypothese, namelijk van een levende, vloeibare smetstof. Hiermee onderkende hij als eerste de niet-corpusculaire aard van het agens.

In diezelfde periode kwam ook IWANOWSKI (1894) in Rusland met de mededeling de mozaïeksmetstof door een Chamberlandkaars te hebben gefiltreerd en LÖFFLER & FROSCH (1898) in Duitsland deden hetzelfde met de veroorzaker van het mond- en klauwzeer. Zij kwamen echter niet op BEIJERINCK's idee, dat de verwekkers geen microben zijn, doch als een geheel nieuw soort agens moeten worden opgevat. BEIJERINCK gebruikte ook reeds geregeld het woord „virus”. Van zijn vele belangrijke waarnemingen dienen nog vermeld te worden: zijn vondst, dat de smetstof alleen tot verspreiding en vermenigvuldiging kan komen in zich delende cellen en zijn ontdekking dat het tabaksmozaïekvirus zeer lang actief blijft, bijvoorbeeld in gedroogd, ziek tabaksblad.

Parallellen trekkend met door ERWIN F. SMITH (1888, 1891) bestudeerde ziekten in Amerika, zoals „peach yellows” en „peach rosette”, overzag BEIJERINCK het uitgebreide gebied al, waartoe de genoemde tabaksziekte dient te worden gerekend.

De na deze studies langzamerhand ontstane definitie van virusziekten, als „besmettelijke ziekten, veroorzaakt door filtreerbare smetstof”, betekent een doorbreking van de tot dan toe dominerende gedachte. Naar aanleiding van de grote werken van PASTEUR en KOCH werd namelijk algemeen aangenomen, dat elke ziekte verwekt werd door een micro-organisme. BEIJERINCK was dus de eerste, die bewust het andere gebied ontsloot. Hij zag ook, dat de filtreerbaarheid van de smetstof niet altijd aangetoond kan worden. Blijft deze filtreerbaarheid achterwege, dan dient door een enting de besmettelijkheid te worden beezen.

Dank zij het werk van QUANJER en zijn medewerkers, komt aan Nederland de eer toe het nieuwe studiegebied te hebben verruimd.

Dr. H. M. QUANJER begon zijn fytopathologische loopbaan in 1904 als assistent aan het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten” te Amsterdam. Genoemd laboratorium was een particuliere stichting met Rijks-

subsidie onder directoraat van Professor Dr J. RITZEMA BOS (KERLING, 1957).

In 1906 ging hij met RITZEMA BOS naar Wageningen, waar de Regering een Instituut voor Phytopathologie aan de Rijks Hogere Land-, Tuin- en Bosbouwschool had verbonden. Aanvankelijk was QUANJER als assistent aan dit Instituut verbonden. Na 1909 werd hij leraar in de ziekten der planten en na de stichting van de Landbouwhogeschool werd hij benoemd tot hoogleraar aan deze instelling.

In 1906 kwam QUANJER in aanraking met de bladrolziekte van de aardappel. Het is de Duitse geleerde APPEL geweest, die in 1905 uit het verzamelbegrip „krul”, deze ziekte als afzonderlijke eenheid naar voren had gebracht. Dit betekende een belangrijke vooruitgang, want vóór die tijd werden alle „krulverschijnselen” over één kam geschoren. Over de oorzaak van deze zogenaamde degeneratie of ontaarding werden de meest uiteenlopende ideeën tegen beste gegeven. Een bestrijdingswijze kon dan ook niet worden aangegeven. Het bleek QUANJER al spoedig, dat ook de bladrolziekte geen eenheid vertegenwoordigde. Verschillende oorzaken kunnen een rolling van bladeren teweeg brengen. Veel tegenspraak in de literatuur kon dan ook worden verklaard uit het feit dat men met verschillende bladrolziekten had gewerkt. QUANJER is erin geslaagd de „echte” bladrolziekte volledig af te bakenen. Een groots opgezet anatomisch onderzoek bracht aan het licht, dat alleen de „echte” bladrolziekte gekenmerkt is door het afsterven van het floëemweefsel. In 1908 werd deze floëemnecrose voor het eerst door hem waargenomen, echter pas na heel veel bevestigingen werd de ontdekking in 1913 wereldkundig gemaakt.

Eindelijk beschikte men dan over een middel om de juiste diagnose van bladrol te stellen; tevens kon door het optreden van floëemnecrose een verklaring van de ziekteverschijnselen worden gegeven. De volgende stap, die door QUANJER werd gedaan, was het verrichten van exacte overbrengingsproeven. Door middel van halve knol- en stengelentingen bleek het hem mogelijk de bladrolziekte van zieke op gezonde plantendelen over te brengen.

Eindelijk (1915) was dan het bewijs geleverd, dat hier een infectieziekte in het spel is. Hetzelfde bewees hij een jaar later voor topbont of mozaïekziekte van de aardappel, een ziekte, die reeds in 1910 naast de bladrolziekte door hem was onderscheiden.

Pogingen een microscopisch zichtbare verwekker te vinden bleven zonder resultaat, zodat de oorzaak door hem met de naam „virus” werd aangeduid. QUANJER was zich dus bewust hier met een ziekteverwekker te doen te hebben, die kardinaal afwijkt van de toentertijd bekende verwekkers van ziekten bij de aardappel en hij kan dan ook met recht als een der grondleggers van het moderne virusonderzoek bij de aardappel worden beschouwd.

Nu het vast stond, dat het hier om een besmettelijke ziekte gaat, konden wegen worden aangegeven om de aardappel ziektevrij te vermeerderen. De vraag, hoe het bladrolvirus in de natuur van een zieke op een gezonde plant wordt overgebracht, werd in 1918 en 1919 door J. G. OORTWIJN BOTJES te Midwolda tot een oplossing gebracht. De perzikbladluis bleek de schuldige te zijn. Hetzelfde bewees QUANJER wat later voor de mozaïekziekte van de aardappel. De wetenschap, dat bladluizen een belangrijke rol spelen ook bij de verspreiding van de virussen over grote afstanden, maakte het mogelijk de pootgoedverbouw op de enige juiste basis te plaatsen. Het uitgaan van gezond pootgoed, een zo groot mogelijke isolatie en een zo vroegtijdig mogelijke selectie waren de eerste ver-

eisten. Later werd hieraan door OORTWIJN BOTJES het vroeg rooien toegevoegd; immers op deze wijze ontloopt men de primaire infecties. Zonder overdrijving kan worden gezegd, dat door toepassing van bovengenoemde wetenschap ons land tot de beste pootgoedleverancier van de wereld is geworden. Intussen maakte QUANJER zich verdienstelijk door de groep der krulziekten verder te analyseren en aldus orde in de chaos te brengen. Gedeeltelijk in samenwerking met zijn medewerkers komt hij naast bladrol en gewoon mozaïek tot het onderscheiden van tussennervig mozaïek, aucubabont, krinkel en stippestreep.

In 1923 wordt het Instituut voor Phytopathologie in drie delen gesplitst, te weten: het Laboratorium voor Entomologie, het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek en het domein van QUANJER: het Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek. Eindelijk krijgt hij de gelegenheid een aantal viruskasjes te bouwen. De eerste voor dit doel gebouwde kasjes zijn later een voorbeeld voor vele andere geworden.

QUANJER wijdt zich nu ook aan de zogenaamde knolziekten. Naast de kringrigheid (door QUANJER toegeschreven aan een virus) onderscheidt hij de kreterigheid of pseudo-netnecrose, die door ATANASOFF abusievelijk met de door ORTON in Amerika beschreven netnecrose geïdentificeerd was.

In combinatie met OORTWIJN BOTJES komt hij in 1929 tot een verhandeling over ziekten van het stippestreep- en topnecrosotype; hiermede illustreerde hij dat het zogenaamde „streak” ook een verzamelbegrip vertegenwoordigt.

Ook nu was QUANJER niet tevreden met het beschrijven van de uitwendige symptomen. Microscopisch onderzoek bracht principiële verschillen tussen genoemde ziektypen naar voren. Dit bracht hem ertoe ter gelegenheid van het 5e Internationale Botanische Congres te Cambridge in 1930 op de betekenis van de pathologische anatomie voor de identificatie, differentiatie en klassificatie van de aardappelvirusziekten te wijzen.

Op grond hiervan kwam hij tot zes verschillende virusgroepen. Hoewel later wat betreft de onderdelen wel enige wijziging noodzakelijk was, dient toch te worden gezegd, dat deze bijdrage een grote verheldering heeft gebracht en aanleiding is geworden tot het stichten door genoemd congres van de „International Committee on Classification and Nomenclature of Plant Viruses”.

Tot voorzitter van dit comité werd JAMES JOHNSON van Madison (Wisconsin) benoemd. Hiermee werd aan de werkzaamheden van deze eminente onderzoeker een nieuwe toegevoegd. Van zijn ontdekkingen, die ook in Nederland de aandacht hebben getrokken, zijn o.a. te noemen de aanwezigheid van virussen in gezond uitzijnde aardappellassen (1925) en zijn karakterisering van virussen door de fysische eigenschappen (1927).

In 1935 kwam QUANJER met een „verbeterde” classificatie. Een groot deel van de zo langzamerhand ontstane Babylonische spraakverwarring werd er door opgeheven.

Het werk aangaande virusziekten van de aardappel, door QUANJER begonnen, is sedert de jaren 1930 door zijn assistent A. ROZENDAAL voortgezet. Deze onderzoeker heeft zich toegelegd op de differentiatie van virusstammen, de studie van nieuw ontdekte virussen en de symptomatiek van aardappellassen, die kunstmatig worden besmet met een groot sortiment van virusziekten (1948, 1954).

Ook op het gebied van de ziekten bij de voeder- en suikerbiet heeft QUANJER baanbrekend werk verricht. Hier heerste eveneens een grote verwarring. QUANJER maakt voor het eerst duidelijk onderscheid tussen de zwarte hout-

vatenziekte (veroorzaakt door een *Pythium*) en de vergelingsziekte. Laatstgenoemde ziekte bleek gekenmerkt te zijn door zetmeelophoping en floëemvergomming (1934). In 1935 brachten QUANJER's leerlingen het bewijs, dat we hier met een virusziekte te doen hebben.

Gedurende de oorlogsjaren maakte QUANJER „en passant” nog een studie van de ratelziekte van de tabak en kwam daarbij tot de belangrijke ontdekking, dat deze ziekte door een „grondvirus” wordt veroorzaakt. De planten bleken vanuit de bodem te worden besmet. Voortgezet onderzoek bracht aan het licht, dat het ratelvirus identiek is met het stengelbontvirus van de aardappel. Naast ROZENDAAL heeft J. P. H. VAN DER WANT (1948, 1951) belangrijk werk verricht op het gebied van in de grond actief blijvende virussen.

Het onderzoek nam een nieuwe wending als gevolg van de praktische toepassing van de serologie bij de plantevirologie door Professor Dr E. VAN SLOGTEREN, die zich in het onder zijn leiding staande Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse wijdt aan de virusziekten van bolgewassen.

Met hoeveel elan het onderwerp ter hand werd genomen, blijkt wel uit de bereikte resultaten. Op dit laboratorium werd in ons land de serologie voor het eerst in dienst gesteld van de diagnostiek van de verschillende virussen bij de bolgewassen, terwijl door D. H. M. VAN SLOGTEREN belangrijke verbeteringen in de methoden der serologie zijn ingevoerd (1954, 1954).

De ervaring welke men te Lisse verkreeg in het bereiden van verschillende antisera werd voor de N.A.K. aanleiding tot het verzoek de aardappelvirussen eveneens in het onderzoek op te nemen. In betrekkelijk korte tijd kon een hoogwaardig antiserum tegen het X-virus worden afgeleverd, dat in de praktijk uitermate belangrijk is gebleken. Het zich steeds meer uitbreidende X-virus kon immers te velde maar al te vaak niet worden onderkend. Het waren ook serologische methoden waarmee het VAN SLOGTEREN en zijn staf gelukte het zogenaamde S-virus te ontdekken, een virus, dat bij het stellen van de diagnose te velde nog meer moeilijkheden biedt dan het X-virus. Het beschikbaar zijn van deze twee antisera maakte het mogelijk een geperfectioneerde stamboomteelt in te voeren.

Behalve een beoordeling op het oog, heeft hierbij ook serologische toetsing op genoemde virussen plaats. Voor de N.A.K. werd dit in 1947 aanleiding om een zogenaamde gereguleerde stamselectie in te voeren. Wat in de laatste 10 jaren door de combinatie van stamselecties en serologisch onderzoek ten aanzien van de kwaliteit van het Nederlandse pootgoed is bereikt, kan niet hoog genoeg worden aangeslagen. Bij de viering van het 25-jarig bestaan van de N.A.K. op 28 mei 1957 heeft deze dienst met gerechtvaardigde trots op de bereikte resultaten terug kunnen zien. Het wetenschappelijk onderzoek van de bij de aardappel optredende virusziekten en de kennis van de reacties van de verschillende aardappelrassen op de economisch belangrijke virussen, vormden de basis van het keuringsreglement van de N.A.K. Steeds werd op korte termijn met nieuwe ontdekkingen rekening gehouden. Zo was het mogelijk een kwaliteitsproduct van de hoogste orde te verkrijgen en Nederland tot het belangrijkste pootgoed-exporterende land van de wereld te maken. In de jaren 1953, 1954 en 1955 werden respectievelijk 271.816, 248.849 en 257.770 ton pootaardappelen uitgevoerd, overeenkomende met een waarde van respectievelijk 64,4; 55 en 62,5 miljoen gulden.

Het antiserum tegen het virus van vergelingsziekte bij de biet te Lisse bereid, heeft het onderzoek van deze virusziekte belangrijke diensten bewezen en wordt o.m. ook in Amerika gebruikt.

De uitbreiding, die het fytopathologische onderzoek ten behoeve van de oplossing van velerlei in de praktijk van land- en tuinbouw gerezen vraagstukken had ondergaan, leidde in 1949 tot de stichting van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.) onder directie van Dr J. G. TEN HOUTEN. Dit instituut, dat niet tot de Landbouwhogeschool behoort, heeft ook een virologische afdeling, waar het onderzoek sinds de oprichting van het I.P.O. verder is ontwikkeld. Blijkens het Jaarverslag van het I.P.O. over 1956 zijn hier o.m. onderzoeken gaande over virusziekten van vruchtbomen, klein fruit, vlinderbloemige gewassen, verschillende groenten en tabak. Daarnaast verricht men er studiën over het virusvrij maken van planten door middel van meristeemcultuur, onder meer van aardappellrassen die geheel met virus zijn besmet, en over de snelheid van het transport van virussen in de aardappelplant in verband met de vaststelling van de rooidatum. Ook wordt er gezocht naar biochemische verschillen tussen viruszieke en gezonde planten ten einde hierop een snelle diagnostiek te baseren.

In de entomologische afdeling van het I.P.O. wijdt men zich ook aan een bepaald facet van het virusonderzoek, nl. aan de insecten, die virussen overbrengen. Onder leiding van Dr H. J. DE FLUITER kon worden aangetoond, dat cicadelliden ook in West-Europa als belangrijke vectoren van plantevirussen kunnen optreden. Dit geldt in het bijzonder voor de cicadellide *Macropsis fuscula*, die het virus van de dwergziekte van de framboos en voor de cicadellide *Euscelis plebejus*, die het bloemvergroeningsvirus bij klaver verspreidt (DE FLUITER, EVENHUIS & VAN DER MEER; 1955).

Daar de taak van de nieuwe afdeling Virologie van de Landbouwhogeschool naast onderwijs ook onderzoek omvat, komt de vraag op, of er geen gevaar voor duplicering zal optreden, aangezien het I.P.O., zoals geschetst, een belangrijke virologische afdeling bezit. Het doel dat het I.P.O. zich stelt, is zoals zojuist is opgemerkt, het verrichten van onderzoek ten behoeve van vraagstukken, die direct uit de praktijk voortkomen. Bij het voortschrijden van dit onderzoek komen dikwijls vraagstukken van meer fundamentele aard naar voren, die voor de oplossing van het praktische probleem van bijzondere betekenis zijn. Het Laboratorium voor Virologie nu kan op dit punt een belangrijke steun aan het I.P.O. verlenen. Omgekeerd kan het I.P.O. het Laboratorium voor Virologie helpen door studenten bij het onderzoek te laten assisteren ten einde hen in de gelegenheid te stellen ervaring op te doen in het oplossen van wetenschappelijke problemen. Aldus kan een harmonische samenwerking tussen I.P.O. en Laboratorium voor Virologie tot stand komen. Bovendien biedt, zoals in de volgende paragraaf zal worden uiteengezet, de virologie zoveel aspecten van theoretische en praktische aard, dat een duplicering van onderzoek ten gevolge van de oprichting van het Laboratorium voor Virologie niet is te duchten.

Beschouwen we de virologie als de leer van het virus, dan kunnen we haar in engere zin opvatten als de wetenschap, die zich met de morfologische en structurele eigenschappen van het virus dient bezig te houden. Hierbij wordt dan de structuuropheldering der virussen als centraal probleem gesteld.

De eigenschappen der virussen worden, wegens hun macromoleculaire karakter, niet zo zeer bepaald door de loutere aanwezigheid van zekere reactieve groepen in het molecuul, dan wel door hun ruimtelijke rangschikking. Onder reactieve groepen moeten hier niet alleen aminogroepen ($-\text{NH}_2$), carboxylgroepen ($-\text{COOH}$) en hydroxylgroepen ($-\text{OH}$) worden verstaan, maar ook atoomconfiguraties, die aanleiding geven tot waterstofbrugbindingen en bindingen op basis van restvalenties (van der Waals-krachten).

Door de talrijke mogelijkheden voor dergelijke lager-energetische bindingen, die een organisch macromolecuul – dat behalve C- en H- ook N- en O-atomen bevat – biedt, wordt hun betekenis bij interacties met andere hoogmoleculaire verbindingen duidelijk, vooral indien men de energie-inhouden van al deze „detail”-bindingen addeert.

Uiteindelijk zal immers voor een begrip van de biologische activiteiten van het virus, zowel als voor een begrip van zijn gedragingen in vitro, een inzicht in de ruimtelijke structuur ervan noodzakelijk zijn. Hoewel een totale opheldering van de architectuur een bovenmenselijke taak schijnt, zo zij hoe dan ook ooit te bereiken is, zullen ook kleine vorderingen op dit gebied van onschatbare waarde zijn.

Vóór men met dit centrale en uiterst fundamentele probleem kan beginnen, zullen verschillende voorwaarden vervuld moeten zijn, voorwaarden, die elk op zichzelf het resultaat zijn van diepgaande onderzoeken op verschillende terreinen der virologie. Zo zal een eerste voorwaarde zijn de isolering en zuivering van de virussen onder omstandigheden die de biologische activiteit en dus de natieve ruimtelijke structuur ongewijzigd laten.

Een dergelijke zuivering vraagt een bezinning op en een definiëring van criteria voor de zuiverheid van een viruspreparaat. Het zal in dit verband noodzakelijk zijn al de mogelijkheden, die moderne fysische apparatuur, en chromatografische en elektroforetische methodieken voor de viruszuivering bieden, ten volle te benutten, en door vergelijking van langs verschillende wegen verkregen resultaten het begrip „zuiverheid” steeds scherper te omlijnen. Eerst dan zal een kwantitatieve waardering van chemische en biologische fenomenen mogelijk en zinvol zijn en zal omgekeerd de zuiverheid van een preparaat tot uitdrukking komen in zekere chemische karakteristieken.

Een tweede voorwaarde zal zijn een chemische analyse van de tot het uiterste gezuiverde virussen. Deze analyse zal zowel van kwalitatieve als van kwantitatieve aard moeten zijn en zal zijn afsluiting moeten vinden in een opheldering van de lineaire rangschikking der verschillende elementaire bouwstenen (o.a. aminozuren).

Het beschikbaar zijn van kostbare fysische apparaten zoals elektronenmicroscoop, ultra-centrifuge en elektroforese-apparatuur zal een derde voorwaarde zijn voor de benadering van de ruimtelijke geaardheid der virussen. Voorts zullen moleculaire grootte en vorm, alsmede de ruimtelijke rangschikking der grotere structuur-elementen, door röntgenologisch onderzoek kunnen worden

bepaald. Het vervullen van deze voorwaarden zal niet alleen de mogelijkheid scheppen voor de aanpak van het bovengeschetste probleem der structuur, maar zal tevens van betekenis zijn voor de oplossing van andere problemen der virologie, zoals diagnostiek en therapie.

De virologie in ruimere zin opgevat, zal zich ook moeten bekommeren om de interactie tussen virus en cel, te beginnen bij het gebeuren der infectie tot de synthese der virusdeeltjes toe. Immers, het virus kan zijn eigenschappen van smetstof slechts openbaren in samenspel met de vatbare cel.

Over het eerste gebeuren bij de infectie (de zogenaamde „attachment”) heeft men bij de plantecel nog geen duidelijk beeld. Dit in tegenstelling tot wat in de bacteriofagie (HERSHEY & CHASE, 1953) bekend is, namelijk de adsorptie van de faag aan de bacteriewand, waarna het nucleïnezuur van de faag in de bacterie dringt. Het is zeer waarschijnlijk dat hierbij enzymatische processen van betekenis zijn, waarin stoffen uit de bacterie een functie vervullen. Ook bij bepaalde diervirussen zijn wij ingelicht over deze eerste fase in de infectie van cel door virus (bijvoorbeeld door het werk van BURNET (1955)).

Bij plantevirussen is het, althans wat tabaksmozaïekvirus betreft, waarschijnlijk, dat ook hier in het nucleïnezuur-deel de essentiële eigenschappen van het virus verankerd liggen (GIERER & SCHRAMM, 1956). Maar het is nog niet duidelijk, waar het intacte virusdeeltje na de inoculatie aangrijpt en op welke wijze het nucleïnezuur uit dit deeltje wordt bevrijd. Het zou van bijzondere betekenis zijn, indien infectieproeven met plantecellen konden worden uitgevoerd, die het trekken van parallellen met de proeven, verricht aan bacteriën en aan op agar gekweekte dierlijke cellen, toe zouden laten. Met betrekking hiertoe is gedacht aan het prepareren van protoplasten uit de kluisters van de starre plantecelwanden. Gezocht zou moeten worden naar methoden om de naakte protoplasten enige tijd in een vloeibaar medium in leven te houden.

Is eenmaal een cel besmet geraakt en is de virusproductie ingezet, dan dringt zich de vraag op, hoe de buurcellen geïnfecteerd raken. Geschiedt dit op dezelfde wijze als bij de eerste cel of berust de verplaatsing van het virus van cel naar cel op een geheel ander principe? De verplaatsing van het virus door de gehele plant werpt voorts problemen op, die verweven zijn met vraagstukken uit de plantenfysiologie betreffende transport van stoffen in het algemeen. Bij het werk over de eerste fase in de infectie na mechanische overbrenging van het virus, kan een studie aansluiten over de infectie, volgend op overbrenging door middel van insecten. Tevens zou nader kunnen worden ingegaan op de nog steeds niet beantwoorde vraag, of er wezenlijke verschillen zijn in de wijze, waarop persistente en non-persistente virussen in de plant worden geïntroduceerd. Als belangwekkend onderdeel van de virologie kan hier nog worden genoemd de studie van bepaalde virussen, die zowel in de plant als in het insect, waardoor zij worden verspreid, tot vermeerdering komen. Uit deze onderzoeken kunnen we nadere gegevens verwachten over de stoffen, waaruit zowel in de dierlijke als in de plantaardige cel het virus wordt opgebouwd. Cultures van plantaardige weefsels en van weefsels van de betreffende insecten leveren het substraat van de te bestuderen virusvermeerderingen.

Is de besmetting zover voortgeschreden, dat het virus tot in de jongste, gedifferentieerde delen van de plant voorkomt, dan is de besmette plant in zijn geheel afwijkend geworden van de gezonde plant. Doch daarmee zijn de vraagstukken, betreffende de fysiologie oneindig gecompliceerder geworden, aange-

zien men nu niet alleen te maken heeft met de interactie van virus en cel, maar ook met de interacties van verschillende besmette weefsels, respectievelijk organen, onderling. Met het oog hierop zou het wenselijk zijn, als proefobject niet een volledige plant te gebruiken, doch te zoeken naar een zo klein mogelijke eenheid, liefst een cel of, indien dit niet mogelijk is, een weefsel.

Brengen wij het vraagstuk der infectie ter sprake, dan komen wij op het probleem, waarom bij inoculaties met ontelbare viruspartikels (zelfs met volgens de elektronenmicroscopie schijnbaar homogeen virusmateriaal) meestal slechts een klein aantal slagingen optreedt. Dit aantal varieert bij verschillende fysiologische toestanden van het te inoculeren blad en bij verschillende soorten waardplanten. Naast de condities van het substraat zouden hier ook mogelijke individuele eigenschappen van de viruspartikels van betekenis kunnen zijn. Het is vrijwel zeker, dat bepaalde groepen van viruspartikels eigenschappen hebben, waarin zij zich van andere groepen onderscheiden. Zij zouden daardoor in staat zijn bladeren van bepaalde aard en fysiologische gesteldheid te infecteren. Als consequentie hiervan zouden wij het accent van het virusbegrip moeten verleggen naar het slagen van infectie: wanneer het tot infectie in staat is, is een partikel pas een virus.

Na deze beschouwing over onderzoek naar de aard van het virus en het wezen van infectie en virusvermeerdering dienen we nog even in te gaan op een belangrijk praktisch probleem, nl. het vaststellen of virussen, die op verschillende plaatsen van de wereld voorkomen al dan niet identiek respectievelijk verwant zijn.

De laatste jaren hebben zich weer enigen gewaagd aan het compileren van virusziekten bij planten (KÖHLER & KLINKOWSKI, 1954; SMITH, 1957).

Men moet respect hebben voor de geweldige arbeid, die verricht moest worden om dergelijke compilaties tot stand te brengen. Zonder twijfel is de waarde van deze werken groot; zeer vele gegevens uit de wereldliteratuur zijn hier bijeengebracht en op een gemakkelijk toegankelijke wijze samengevat. Doch onvermijdelijke tekortkomingen zijn hierbij te bedenken: belangrijke virusziekten zijn niet opgenomen, verwante virusziekten zijn afzonderlijk beschreven, niet-verwante bijeengevoegd. Dat dit is geschied, behoeft niet te verwonderen. De literatuur is namelijk zo omvattend, dat het eigenlijk niet voor één mens mogelijk is deze in zijn geheel te overzien en ieder artikel naar waarde te schatten.

In de plantevirologie wordt de behoefte gevoeld aan een werk, dat een overzicht geeft van de in de wereld voorkomende virusziekten, een overzicht dat, of een inventarisatie, die verantwoord is tot het moment van verschijning. De gedachte dringt zich op, of hier niet een taak ligt, die door internationale samenwerking moet worden opgelost.

Eerder is gemeld, dat er vanwege het Internationaal Botanisch Congres en thans ook vanwege het Internationaal Microbiologisch Congres een comité bestaat, dat zich beraadt over de classificatie en naamgeving van plantevirussen. Men kan zich niet aan de indruk onttrekken, dat deze comités aan belangstelling hebben ingeboet. De wereld der virologie heeft nogal in beroering verkeerd over enkele voorstellen van naamgeving. Hoewel de discussies hierover nog niet ten volle zijn verstomd, hebben zij veel van hun actualiteit verloren. In deze discussies heeft men de classificatie min of meer uit het oog verloren en heeft men niet op de voorgrond gesteld, dat de kwestie van de nomenclatuur pas urgent wordt, indien er een zekere vorm van classificatie is bereikt.



FIG. 1. ADOLF MAYER, geboren te Oldenburg, 9 augustus 1843, gestorven te Heidelberg, 25 december 1942.

Foto uit het archief der Landbouwhogeschool.

ADOLF MAYER, born 9th August, 1843 at Oldenburg, died at Heidelberg, on 25th December 1942.

Photo from the files of the Agricultural University, Wageningen.

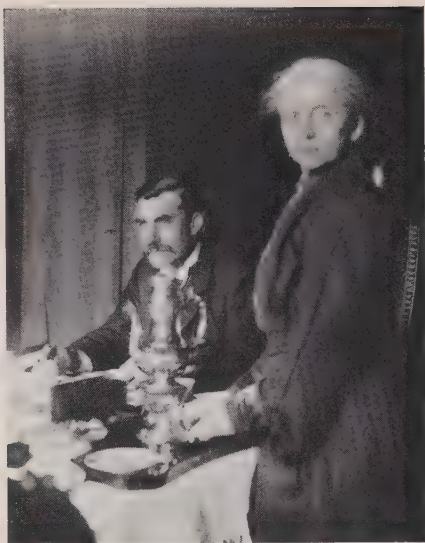


FIG. 2. M. W. BEIJERINCK, geboren te Amsterdam, 16 maart 1851, gestorven te Gorssel, 1 januari 1931.

Foto, met zijn zuster JOHANNA HERMANA ALIDA, genomen te Delft 1917 (?), welwillend afgestaan door Dr C. W. BEIJERINCK, Hilversum.

M. W. BEIJERINCK, born 16th March, 1851 at Amsterdam, died 1st January, 1931 at Gorssel. Photo, with his sister JOHANNA HERMANA ALIDA, taken in 1917 (?) at Delft. Photo placed at the author's disposal by DR C. W. BEIJERINCK, Hilversum.

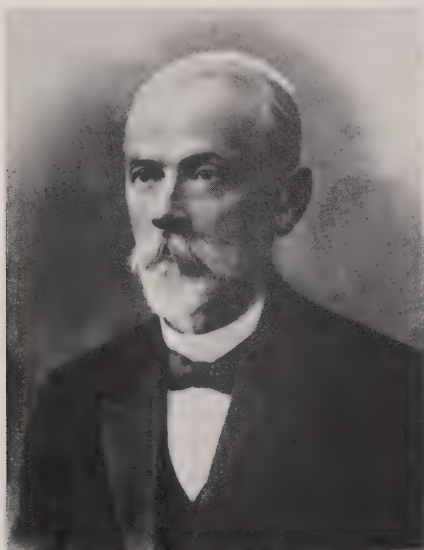


FIG. 3. D. I. IWANOWSKI, geboren 1862, gestorven 1920.

Foto ter beschikking gesteld door Dr. V. L. RYZHKOV te Moskou.

D. I. IWANOWSKI, born 1862, died 1920.

Photo placed at the author's disposal by Dr. V. L. RYZHKOV, Moscow.



FIG. 4. ERWIN F. SMITH, geboren te Gilberts Mills, New York, 21 januari 1854, gestorven 6 april 1927. Foto ter beschikking gesteld door Dr H. H. McKINNEY, Beltsville, Maryland.
 ERWIN F. SMITH, born 21st January, 1854 at Gilberts Mills, New York, died 6th April 1927.
 Photo placed at the author's disposal by Dr H. H. McKinney, Beltsville, Maryland.



FIG. 5. H. M. QUANJIER, geboren 23 april 1879 te Enkhuizen.
 Foto door de schrijver genomen te Bennekom, april 1957.
 H. M. QUANJIER, born 23rd April, 1879 at Enkhuizen.
 Photo taken by the author April 1957 at Bennekom.



FIG. 6. JAMES JOHNSON, geboren te Deerfield, Wisconsin, 11 mei 1886; gestorven te Madison, 4 augustus 1952.
 Foto door de schrijver genomen te Madison, juli 1952.
 JAMES JOHNSON, born 11th May, 1886 at Deerfield, Wisconsin, died 4th August, 1952.
 Photo taken by the author, July 1952.

Er zijn onderzoekers, die menen dat de tijd nog niet rijp is voor een ordening, omdat onze kennis voor dit doel nog niet toereikend is. Maar of dit pessimisme gerechtvaardigd is? Er zou mogelijk een positieve bijdrage kunnen worden geleverd door het ten uitvoer brengen van een inventarisatie van de virusziekten en de virussen, die bekend zijn. Uiteindelijk moet men een inzicht hebben in wat er is, alvorens men kan gaan classificeren.

Specialisten zouden landsgewijs moeten trachten inventarisatielijsten samen te stellen. Continentsgewijs zouden deze lijsten verder kunnen worden gecompileerd om tenslotte tot een wereldlijst te worden samengevat.

Criteria voor toetsing en toetsmateriaal dienen internationaal vastgesteld en uitgewisseld te worden. Ontegenzeggelijk zullen bij deze arbeid talloze problemen te voorschijn treden, doch tevens zal dan blijken, dat deze onmogelijk kunnen worden opgelost door enkelingen, die op grond van indrukken uit enkele publicaties verkregen, beslissen of twee virussen verwant zijn, dan wel als afzonderlijke eenheid moeten worden beschouwd. De pathologen, die onderzoek verrichten in de humane en veterinaire virologie, werken op dit ogenblik op dezelfde wijze in internationaal verband samen. Ook de plantevirologen zullen dit tot stand kunnen brengen.

In het voorgaande moest veel in Nederland verricht belangrijk virusonderzoek onbesproken blijven. De door verschillende onderzoekers in diverse instituten en instellingen bereikte resultaten hebben mede de voorwaarden helpen scheppen voor een vruchtbare verdere studie en een gedocumenteerd onderwijs in de virologie aan de Landbouwhogeschool. Naast dank hiervoor wordt ook de verplichting gevoeld het onderzoek met kracht voort te zetten.

SUMMARY

On 1st January, 1957 the Laboratory of Virology was erected as part of the Agricultural University at Wageningen.

On the occasion of this event, a short account of the history of plant virus research in the Netherlands is given. This history starts with the investigations of ADOLF MAYER on the mosaic disease of tobacco. These studies were continued by M. W. BEIJERINCK and lead to the concept of virus as a „contagium vivum fluidum”. A new impetus to plant virus research in the Netherlands was given by H. M. QUANJER, who dedicated himself during many years to the study of virus diseases of the potato plant. Well-known are his studies on phloem necrosis in connection with potato leaf roll and the discovery that this disease is caused by a virus.

The name of J. G. OORTWIJN BOTJES is mentioned because he found that the leaf roll virus is transmitted by aphids, in particular by *Myzus persicae*. QUANJER contributed much to the unravelling of the general problem of „potato degeneration” and he was able to distinguish several viruses. He also studied sugar beet yellows disease and a virus disease of tobacco which became known as „rattle disease”.

The work of QUANJER and OORTWIJN BOTJES led to the development of a specialized system for growing potatoes for seed, controlled by the General Netherlands Inspection Service for Seeds of Field Crops and for Seed Potatoes, (N.A.K.).

This organization maintains close contact with A. ROZENDAAL who continues QUANJER's work and studies the symptomatology of many potato varieties in connection with a great many viruses and virus strains. The N.A.K. has also taken advantage of the results from the work of E. VAN SLOGTEREN who developed serological methods and used them on a large scale for diagnosis of plant virus diseases.

Shortly before and after World War II plant pathological and entomological research with the aim to study problems in the practice of agriculture and horticulture was extended. This led to the erection in 1949 of the Institute of Phytopathological Research at Wageningen under the direction of J. G. TEN HOUTEN. This institute possesses a virological division which studies virus diseases of fruit trees, strawberries and raspberries, legumes and various vegetable crops. It also takes care of more specialized investigations such as those on:

1. the velocity of virus translocation in potato plants; 2. the freeing of virus-infected vegetatively-reproduced plants from virus by the application of meristem culture; and 3. the search for biochemical differences between virus infected and healthy plants with the purpose of developing quick diagnosis methods.

In the entomological division of the Institute of Phytopathological Research, attention is paid to the study of virus transmission by insects, especially by leafhoppers.

In the second part of the present article various aspects of modern virus research are considered, e.g. studies on the structure of plant viruses, which directly depend upon virus purification and the criteria of purity; the sequence of events starting with the very beginning of infection and leading to the production of completed virus particles and the mode of transmission of plant viruses by insects.

The new Laboratory of Virology hopes to make a contribution to the study of these aspects. Since there are so many problems to be solved there is no danger that the new Laboratory will lead to a duplication of the above mentioned virus division of the Institute for Phytopathological Research. Instead we want to strive for close co-operation.

Finally, the problem of virus classification and nomenclature is mentioned briefly. It is the opinion of the present writer that the first aim of the international committees on the naming and classification of plant viruses of the botanical and microbiological congresses ought to be the compilation of data on plant viruses. It is thought that plant virologists from all over the world have to work closely together. By exchanging data on the properties of the known viruses it will be discovered on what points our knowledge is inadequate. It is hoped that this work will result in a grouping of viruses and their ultimate naming.

Virological studies here and elsewhere have formed the basis and the stimulus for setting up the new Laboratory of Virology, which will carry on teaching and further research. Besides thanks for the foundations laid by earlier workers, an obligation to carry on their work is felt.

LITERATUUR

BEIJERINCK, M. W., - 1898. Over een Contagium vivum fluidum als oorzaak van de vlekziekte der tabaksbladeren. - Verslag gewone Verg. Wis- en Natuurkunde Afd. van de Koninkl. Akademie van Wetenschappen d.d. 26 November 1898, blz. 229-235.

- BURNET, F. M., - 1955. The riddle of influence virus. *Endeavour* 14: 5-11.
- FLUITER, H. J. DE, H. H. EVENHUIS & F. A. VAN DER MEER, - 1955. Observations on some leaf-hopper-borne virus diseases in the Netherlands. *Proc. Sec. Conf. Potato Virus Diseases* 1954: 84-88.
- GIERER, A. & G. SCHRAMM, - 1956. Die Infektiosität der Nucleinsäure aus Tabakmosaikvirus. *Zeitschr. für Naturforschung* 11: 138-142.
- HEALD, F. D., - 1926. *Manual of plant diseases*. New York.
- HERSHEY, A. D. & M. CHASE, - 1952. Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage. *J. gen. Physiology* 36: 39-56.
- IWANOWSKI, D., - 1894. Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. *Bull. Acad. Imp. Sci. St. Petersburg* no. 5 III: 67-70.
- JOHNSON, J., - 1925. The transmission of viruses from apparently healthy potatoes. *Wisconsin Agr. Exp. Sta. Bull.* 63.
- JOHNSON, J., - 1927. The classification of plant viruses. *Wisconsin Agr. Exp. Sta. Bull.* 76.
- KERLING, L. C. P., - 1957. De stichting Het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten”. *T. Pl. ziekten* 63: 161-168.
- KÖHLER, E. & M. KLINKOWSKI, - 1954. *Viruskrankheiten. Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. P. Sorauer. Band II, 1e Lieferung. Berlin.
- LOEFFLER & FROSCHE, - 1898. *Berichte der Kommission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche bei dem Institut für Infektionskrankheiten in Berlin*. *Centralbl. f. Bakteriöl., Parasitenk. und Infektionkr. Erst. Abt.* 23: 371-391.
- MAYER, A., - 1882. Over de mozaïekziekte van de tabak; voorloopige mededeeling. *Landbouwk. 2*: 359-364.
- MAYER, A., - 1886. Ueber die Mosaikkrankheit des Tabaks. *Landw. Versuchsstat.* 32: 450-467.
- N.A.K., “Tussen Ras en Gewas”. Uitgave N.A.K. 1957.
- QUANJER, H. M., - 1913. Die Nekrose des Phloëms der Kartoffelpflanze, die Ursache der Blattrollkrankheit. *Med. v. d. Rijks Hogere L., T. en B.-school* 6: 41-80.
- QUANJER, H. M., H. A. A. V. D. LEK & J. OORTWIJN BOTJES, - 1916. Aard, verspreidingswijze en bestrijding van phloëmnecrose (bladrol) en verwante ziekten, o.a. Sereh. *Med. v. d. Rijks Hogere L., T. en B.-school* 10: 1-138.
- QUANJER, H. M. & J. OORTWIJN BOTJES, - 1929. Aardappelziekten van het „stippelstreep” en „topnecrose”-type en het vraagstuk der latentie en physiologische specialisatie. *Med. der L.H.S.* 33: 1-44.
- QUANJER, H. M., - 1931. The methods of classification of plant viruses, and an attempt to classify and name potato viruses. *Phytopath.* 21: 577-613.
- QUANJER, H. M., - 1934. Enkele kenmerken der „vergelings”-ziekte van suiker- en voederbieten ter onderscheiding van de „Zwarte houtvaten”-ziekte. *T. Pl. ziekten* 40: 201-214.
- ROZENDAAL, A. & J. P. H. VAN DER WANT, - 1948. Over de identiteit van het ratelvirus van de tabak en het stengelbontvirus van de aardappel. *T. Pl. ziekten* 54: 113-133.
- ROZENDAAL, A., - 1954. De betekenis van verschillende virusgroepen voor de teelt van pootgoed. *Landbouwwoorlichting* 11: 299-308.
- ROZENDAAL, A. & J. H. BRUST, 1954. The significance of potato virus S in seed potato culture. *Proc. 2nd Conf. Potato Virus diseases, Lisse-Wageningen*: 120-133.
- SMITH, E. F., - 1888. Peach yellows, A preliminary report. *U.S. Dept. Agric. Div. of Bot. Bull.* 9.
- SMITH, E. F., - 1891. Additional evidence of peach yellows and peach rosette. *U.S. Dept. Agric. Div. Vegetable Path. Bull.* 1.
- SMITH, K. M., - 1957. *A textbook of plant virus Diseases*. London.
- SWIETEN, J. H. VAN, - 1857. De tabaksteelt te Elst en omstreken en in de Opper-Betuwe. *T. ter bev. v. Nijverheid* 20: 145-167.
- SLOGTEREN, E. VAN, - 1943. De betekenis van de serologie voor het virus-onderzoek. *T. Pl. ziekten* 49: 1-21.
- SLOGTEREN, D. H. M. VAN, - 1954. Serological analysis of some plant viruses with the gel-diffusion method. *Proc. 2nd Conf. Potato Virus diseases, Lisse-Wageningen*: 45-50.
- SLOGTEREN, D. H. M. VAN, - 1954. Serological micro-reactions with plant viruses under paraffin oil. *Proc. 2nd Conf. Potato Virus diseases, Lisse-Wageningen*: 51-54.
- WANT, J. P. H. VAN DER, - 1948. Het stippelstreep van de boon (*Phaseolus vulgaris*) een ziekte veroorzaakt door een virus, dat in de grond overblijft. *T. Pl. ziekten* 54: 85-90.
- WANT, J. P. H. VAN DER, - 1951. Some remarks on a soil-borne potato virus. *Proc. Conf. Potato Virus diseases. Wageningen-Lisse*: 71-75.

PLANT TERATOLOGY AND PLANT PATHOLOGY¹⁾

Met een samenvatting: Plantenteratologie en Planteziektenkunde

BY

L. Bos

Institute for Phytopathological Research (I.P.O.), Wageningen, Netherlands.

INTRODUCTION

Phenomena of abnormal growth have been known for a long time and have been studied repeatedly (e.g. fig. 1). Interest, especially concerning their physiology and aetiology, has increased during the last few decades. This may be demonstrated by the fact that a three day symposium was devoted to "abnormal and pathological plant growth" at the Brookhaven National Laboratory (U.S.A.) in 1953. The number of scientists participating in this conference was 182²⁾.

Abnormal growth generally is able to induce two kinds of deviations, viz. those of histological (histoid) nature and those on the organ level (organoid). Amorphous growths of tissue, such as tumors e.g. those induced by *Bacterium tumefaciens*, and wound tissue, are of histoid nature. They are all changes in which no organs can be observed. Organoid deviations, on the contrary, are changes of entire organs or groups of organs; developmental patterns are changed and the morphology of the plant is different.

In the abovementioned symposium primary attention was given to the histoid aberrations, presumably largely as a consequence of a certain resemblance of these changes to animal and human cancers. (The investigations reported were supported in part by grants-in-aid from the American Cancer Society.) However, the organoid deviations are at least of equal importance. Numerous viruses can induce morphological deviations in the plant. RISCHKOV (1935) directed attention to this for the first time in a lecture on "filterable viruses and morphogenesis" (Filtrierbarer Virus und Formbildung). The relation of viruses to the growth of plants later was the subject of a paper by KUNKEL (1943). In the above symposium KUNKEL (1954) briefly reported on "virus-induced abnormalities". The important group of witches' broom virus diseases is characterized by organoid deviations.

Teratology is the branch of science which has long been studying morphological deviations in general. In this publication the significance of this science and of the accessory deviations for phytopathology will be discussed further on the basis of own research and the study of literature.

TERATOLOGY

Deviations in the exterior of the plant have been called *monstrosities* since early times. In the middle ages they were considered as indications of approaching disaster. Much later superstition gave way to serious scientific interest. In this way a more or less independent branch of science originated: *teratology*,

¹⁾ Aangenomen voor publikatie: 10-9-1957.

²⁾ For a review of the report of this symposium published in 1954 cf. T. Pl.ziekten 61 (1955): 143.

practiced by many botanists. In 1841 the book "Éléments de Tératologie végétale, ou Histoire abrégée des anomalies de l'organisation dans les végétaux" appeared, written by MOQUIN-TANDON; a German translation followed in 1842. In 1869 the well known manual "Vegetable Teratology" by MASTERS was published; in 1886 translated into German. The "Principles of Plant Teratology" by WORSDELL (1915-1916) more or less gives a revision of the manual of MASTERS. Besides these publications an extensive literature was printed. Fig. 1 is taken from a communication of CONWENTZ (1878) entitled "Ueber aufgelöste und durchwachsene Himbeerblüthen". In his "Pflanzen-Teratologie", PENZIG gives a summarizing survey of the described deviations arranged according to the species in which they occurred. The first edition of this manual was published in 1890-1894, and the second edition of three volumes in 1921-1922. "Les Anomalies végétales" by VUILLEMIN (1926) is the most recent book on this subject.

The meaning of the name teratology usually is described as "the science of *monstrosities*, *abnormalities* or also of *malformations*". Summarizing they are spoken of as *teratomata*.

What is meant by these names? We cannot find an accurate definition anywhere; so there is much confusion concerning the limitation of the field of teratology. Subjects studied in literature on teratology appear to belong to the group of organoid growth deviations, the morphological deviations.

The meanings of "abnormal" and "deviation" often are subjects for discussion. According to VELENOVSKÝ (1905-1913) an organ is abnormal "wenn es sich anders ausgebildet hat als es in der Regel bei derselben Art statt zu finden pflegt". So in teratology they are talking of an abnormality when the normal variance is surpassed. From this it appears that it is very difficult to limit the field of abnormalities; there is no distinct borderline between modifications and abnormalities. Therefore, according to BLOCH (1954) it is better to call "abnormal" those structures and forms which are *markedly* different from those in a healthy individual typical of its species or higher category.

VENEMA (1949) adds to the above definition of abnormalities given by VELENOVSKÝ, the condition that their cause may not be of external origin. This conception presumably is promoted by the fact that in medicine teratology mostly is defined as "the science of *innate* malformations". In animal and human objects, however, the organoid deviations only can be of innate origin, because the organs are all formed before birth. In plants, on the contrary, during growth and development continuous initiation and formation of organs takes place.

According to the literature it appears that abnormalities, when the external cause is known, are most generally considered to be phytopathological phenomena. The deviations induced and inhabited by mites, insects or fungi, are commonly named galls (cecidia). In these cases the organoid deviations usually are attended with histoid tumefactions.

So literature demonstrates two tendencies: (1) to place *all* organ deviations in teratology, and (2) to restrict teratology to those deviations induced by a cause which is not of external origin.

Presumably to do both conceptions justice, notwithstanding the above-mentioned remark, VENEMA (1949) distinguished between *primary teratological phenomena*, in which the genetic make-up is abnormal (due to an internal cause); and *secondary teratological phenomena*, when the genetic make-up is

normal but the organism develops abnormally (due to an external cause). In this way he names both groups of deviations teratological, but suggests that the latter group belongs more to phytopathology.

How can this dualism in the literature on teratology be explained?

Starting from the literal meaning of the name teratology (teras = wonder), in my opinion this branch of science concerns marvelous, inconceivable phenomena, deviating from normal, with an unknown cause. When a wonder is mentioned, this not only means the phenomenon, but especially the manner of origin and the inconceivability of it. Trusting this literal explanation and its preponderant use in literature, teratology means: "the science of morphological deviations caused by an unknown (perhaps mostly internal) factor".

In the meantime, however, the causes of many morphological deviations are discovered and studied by progressing science. Considering the abovementioned definition, the number of teratomata would decrease continually. Something like this is taking place in mycology. Formerly only the asexual method of reproduction of many fungi was known. Gradually the sexual reproduction phase of many is being discovered. In this way the number of *Fungi imperfecti* continuously decreases. In the same way teratology gradually would lose importance.

The names teratology and teratomata nevertheless have found their way into science. Like many other names they lost their original meaning. As a concept they take on new significance, adapted to the results of scientific research. So teratology now can be defined as "the science of morphological deviations". In my opinion these deviations should not be restricted to their cause, because it has been found that very different causes can induce similar morphological deviations.

Originally the causes of teratomata usually were not known, so teratology was restricted to describing and studying the morphology of the deviations. Teratology was, and generally still is, considered to be a subdivision of morphology. Nevertheless the study of causes also belongs to teratology. Without putting it into practice himself MASTERS (1869) writes: "Vegetable teratology comprises the history of the irregularities of growth and development in plants, and of the causes producing them". In medical science also, teratology consists of studying the phenomena themselves, the causal factors, the manner of origin, and the development of the malformations.

When in the literature on teratology facts about causes of the phenomena are mentioned, these often are based exclusively upon supposition; for the most part they are not founded upon experimental research. According to our present knowledge, morphological deviations may be due to the following factors: genetic disorders, nutritional factors, climatic factors, mites and insects, fungi, viruses (e.g. witches' broom viruses cf. p. 226), and growth substance treatment.

In studying the causal aspects of morphological deviations especially, we consider the fields of genetics, physiology, entomology and phytopathology. In

FIG. 1. *Rubus idaeus* L. Phenomena of antholysis, redrawn after CONWENTZ (1878): 1-5 abnormal flowers with phyllody, especially of the sepals (c) and the carpels (ca); 6-16 phyllody of the carpels; p petal, o ovule; (2/3 ×).

Rubus idaeus L. Bloemoplossingsverschijnselen, opnieuw getekend naar CONWENTZ (1878): 1-5 abnormale bloemen met fylloëdie, speciaal van de kelkbladen (c) en de vruchtbladen (ca); 6-16 fylloëdie van de carpellen; p kroonblad, o zaadbeginsel; (2/3 ×).



answering the question "how do all these factors act on morphogenesis", physiology and experimental morphology especially, must be taken into account. For a better understanding of the processes involved, knowledge of the morphology of the phenomena is of great importance.

Also in manuals of phytopathology, and those of the other abovementioned branches of science, a section or a chapter devoted to teratological phenomena surely will be in order.

THE SIGNIFICANCE OF TERATOLOGICAL PHENOMENA FOR PHYTOPATHOLOGY

In the second volume of this journal RITZEMA Bos (1904), introducing a communication on "Eenige misvormingen of monstrositeiten", briefly indicates the problem concerning the relation teratology-phytopathology. He agrees "that on the one side there is a good deal to be said in favour of a separation of these two branches of science, but on the other side (he) thinks it may be well to consider teratology as a subdivision of phytopathology".¹⁾

Starting from the definition that a plant is diseased when an incitant influences the plant in such a way that life of the plant or parts of the plant is threatened or influenced injuriously, many teratomata rightly can be included among phytopathological phenomena. The injurious effect is definitely more clear when the phenomena appear on a large scale (although here the adjective injurious also gets an anthropocentric aspect). When, on the contrary, only one of the many flowers on a plant is abnormal, it is difficult to speak of a pathological phenomenon. From this it appears that it is not simple to draw a strict dividing line between abnormalities in a narrower sense and pathological phenomena. This is one of the reasons why in phytopathology attention has to be paid to teratomata. RITZEMA Bos has already pointed out "that those who give advice to practical persons on diseases and damages in cultivated plants also frequently have monstrosities" to diagnose.²⁾

For a very long time the opinion prevailed that morphological deviations in plants would only appear incidentally. This supposition is presumably due largely to literature on teratology itself. Mostly one-sidedly attention was paid to the morphological aspect of the deviations and usually not to the degree and manner of appearance.

In my study of witches' broom virus diseases (1957) I found that these virus diseases are characterized by morphological deviations, being true pathological phenomena. These virus diseases have been known for a long time, occur on a large scale, and are very wide spread in all parts of the world. In Indonesia the witches' broom disease of peanuts (*Arachis hypogaea*), *Crotalaria*, and other crops has been known since 1908. The symptoms have been observed in 19 different plant species, belonging to five different families, and most likely all are due to the same virus. In the Netherlands, in the neighbourhood of Breda, the witches' broom virus disease ("dwerfziekte") of raspberries has caused much damage since World War II. "Aster yellows", also a witches'

¹⁾ Hij schrijft: „Ik stem toe, dat er veel vóór is, de genoemde twee takken van wetenschap van elkaar te scheiden, maar vind toch aan den anderen kant, dat er ook veel vóór is te zeggen, de teratologie te beschouwen als een onderdeel van de phytopathologie”.

²⁾ RITZEMA Bos wees er reeds op, „dat aan degene, die zich onledig houdt met het geven van inlichtingen aan practici betreffende ziekten en beschadigingen van kultuurplanten, ook herhaaldelijk monstrositeiten worden toegezonden”.

broom virus disease, occurring in the U.S.A., is able to affect about 300 different plant species belonging to 48 different families (KUNKEL, 1953). In Eastern and Central Europe "stolbur", a dreaded virus disease in Solanaceae, especially tomato, and other plant species, is occurring in increasing amounts. On account of the little attention paid by phytopathologists to the morphology of these symptoms, much confusion has developed, especially concerning the names. (For more facts refer to Bos, 1957).

So teratological phenomena not only have a morphological aspect but they have also phytopathological value. Therefore it may be clearer to replace the name teratology by *pathological-morphology* (patho-morphology) as GÄUMANN (1951) is doing already.

In contrast with morphological deviations in plant pathology, anatomical deviations are often studied (cf. the manual "Pathologische Pflanzenanatomie" by KÜSTER (1925)). For phytopathology the morphological deviations of the witches' broom virus diseases are at least as important as the often-cited anatomical deviations of such other virus diseases as necrosis of the phloem in potato leaf roll.

Nowadays morphology has an important physiological aspect (physiological- or experimental morphology). In this way patho-morphological research is able to play an important part in demonstrating how the pathogens in question interfere with the physiology of their host plants (cf. Bos, 1957). (For a discussion of the implications of recent work on the physiology of plant growth and development in relation to teratological phenomena cf. also HARRISON, 1952).

Accordingly it may be demonstrated how teratology or patho-morphology (and also morphology) is able to render an important service to plant pathology in aspects other than the purely diagnostic point of view.

Finally, the fact must be mentioned that literature on teratology contains valuable material for plant pathology. This may be demonstrated by fig. 1, pictured after CONWENTZ (1878). These deviations of raspberries closely resemble those which we now know are caused by the witches' broom virus of raspberries. On account of the limited facts furnished by the author, we cannot conclude that a witches' broom virus was the cause of the malady pictured.

In white clover, phenomena of virescence and phyllody are often observed. DE CANDOLLE described plants with abnormal inflorescences as a separate variety: *Trifolium repens* f. *viviparum*. This variety name refers to the fact that the virescent flowers readily develop roots in contact with the soil under humid conditions and in this way give new plants. Regarding the virescence PENZIG (1921) writes of white clover: "Vielleicht ist dies die Spezies in welcher derartige Verbildung am häufigsten verbreitet ist". BECKER (1941) is the first who supposes that at least a part of these phenomena in clover is due to a virus. A recent study (FRAZIER & POSNETTE, 1956) proved that greening and phyllody in clover indeed can be caused by a virus. The virus is transmissible by the leafhoppers (Cicadellidae) *Euscelis lineolatus* BRULLÉ and *Macrosteles viridigriseus* (EDWARDS). Lately EVENHUIS (1957) has demonstrated that in the Netherlands identical phenomena in red clover are due to a virus, also transmissible by leafhoppers to red clover, crimson clover (fig. 2), white clover, peas and china aster.

In this way presumably a large number of cases of antholysis, virescence and



FIG. 2. *Trifolium incarnatum* L. Virescence and phyllody, caused by a virus¹⁾: 1 normal flower; 2 raceme of a diseased plant; 3, 4 abnormal flowers, enlargement of the sepals and phyllody of the carpel; c sepal, p petal, ca carpel (3 ×).

Trifolium incarnatum L. Vergroening en fyllodie veroorzaakt door een virus: 1 normale bloem; 2 ziek bloemgestel; 3, 4 abnormale bloemen, vergroting van de kelkbladen en fyllodie van het vruchtblad; c kelkblad, p kroonblad, ca vruchtblad (3 ×).

phyllody described in the extensive literature on teratology must be attributed to virus infections.

In this connection, from an historical point of view, the publications of PEYRITSCH (1882) on "Zur Aetiologie der Chloranthieën einiger *Arabis*-Arten" and that of HUGO DE VRIES (1896) on "Een epidemie van vergroeningen" are very important. They report the occurring, on a large scale, of phenomena of virescence. Their researches indicate the possibility of a virus transmitted by insects, causing the floral abnormalities.

PEYRITSCH succeeded in artificially inducing virescence in *Arabis*-species by means of an aphid (*Aphis* sp.). According to a casual remark by this author, the aphids, however, were taken from virescent *Arabis arcuata*-plants. Thus it is possible that the insects only acted as vectors of a virus.

DE VRIES observed in his experimental garden, also quite commonly, "virescences" in various plant species during the years 1893 and 1894. In 1893, 24 different plant species appeared to be affected. He studied the appearance and the spreading of the phenomena in detail and concluded that the deviations were not caused by gall mites. He reports: "Repeatedly I macroscopically and microscopically tried to find parasites, till yet without success, however. Especially *Crepis biennis*, *Agrostemma githago*, *Aster tripolium* and *Dipsacus syl-*

¹⁾ The material for this picture was kindly furnished by Drs. H. H. EVENHUIS, to whom I am greatly indebted.

vestris I often examined under the microscope in all sorts of stages of greening, without results, however"¹⁾. Moreover, gall mites usually are very specific, whereas here very different plant species showed symptoms. At the end of his research he had no more doubt as to the contagiousness of the phenomena. In 1894 the deviations occurred in a number of plant species. Some of which had also flowered in 1893, showing the same abnormalities. During that year the other ones still were in the rosette stage and in 1894 flowered for the first time, showing virescence. DE VRIES writes: "All these facts in my opinion point to a transport of the infectious matter by flying insects"²⁾. His final conclusion reads: "that the presumable cause of the virescence overwinters in or on biennial or perennial plants, in these in the first place causing virescence, whereas from them it once more is able to infect other crops"³⁾.

Reading his publication we cannot help receiving the impression that DE VRIES most likely was studying a virus disease. Not being able to find a visible causative agent, he himself writes: "Therefore I have hesitated long before deciding to give out my observations. And now I am proceeding to do it, because the group of phenomena I observed during 1893 and 1894 so definitely gives the impression of an epidemic, that I no longer can doubt the contagiousness, although I did not find the parasite. *But I hope and trust that in this, other ones may be more successfull and I flatter myself with the thought, that the knowledge of the facts to be reported here, therefore will make the way somewhat easier*"⁴⁾ (placed in italics by the present author).

In the french summary of his communication concerning the contagious agent DE VRIES writes about a "contagium". Two years afterwards BEIJERINCK (1898) started the famous name "contagium vivum fluidum" for the agent which later became known as the tobacco mosaic virus.

SUMMARY

Deviations from the normal morphology of the plant were long ago known by the names abnormalities, monstrosities or malformations. There are many kinds of abnormalities described in the extensive literature. Especially from a morphological point of view, they were originally studied by a more or less independent branch of science: teratology.

Teratomata are gradually being attributed to well defined causes. So this study, in an increasing rate, is removed to the field of plant pathology. With

¹⁾ „Herhaaldelijk heb ik getracht macroscopisch en microscopisch parasieten te vinden, doch dit is mij tot nu toe niet gelukt. Vooral vergroende *Crepis biennis*, *Agrostemma Githago*, *Aster Tripolium* en *Dipsacus sylvestris* heb ik meermalen en in allerlei stadiën der vergroening onder het microscoop onderzocht, doch zonder resultaat”.

²⁾ „Al deze feiten wijzen m.i. op een transport van de smetstof door vliegende insecten”.

³⁾ Zijn eindconclusie luidt „dat de vermoedelijke oorzaak der vergroeningen in of op tweejarige en overblijvende planten overwintert, deze zelve in de eerste plaats doet vergroenen, terwijl zij van hen uit wederom andere gewassen kan besmetten”.

⁴⁾ „Ik heb daarom lang geaarzeld, vóór ik besloot mijne waarnemingen aan anderen bekend te maken. En wanneer ik thans daartoe over ga, dan geschiedt dit, omdat de groep der verschijnselen die ik in 1893 en 1894 waarnam zoo geheel de indruk eener epidemie maken, dat ik aan de besmettelijkheid niet meer twijfelen kan, al heb ik den parasiet niet gevonden. Maar ik hoop en vertrouw, dat anderen hierin gelukkiger zullen zijn, en vlei mij met de gedachte, dat wellicht de kennis van de hier te vermelden feiten den weg daartoe eenigszins gemakkelijker zal maken” (cursivering van de schr.).

this, teratology as a science threatens to disappear gradually. Here, however, it is argued that plant teratology has to be: the science studying all aspects of deviations in the morphology of the plant. Because generally there is talk of disease symptoms, e.g. in the morphological deviations caused on a large scale by witches' broom viruses, perhaps it will be better to use the name pathological-morphology (or patho-morphology) in place of teratology. This name will give the impression that teratology is significant for plant pathology as well as for plant morphology.

The morphological study also appears to be able to give a better understanding of the way in which the various pathogens interfere in the physiology of their host and influence their morphogenetic action.

Giving some examples it is demonstrated how literature on teratology contains facts which, especially from an historical point of view, are valuable for plant pathology. From the research done by HUGO DE VRIES, on the occurrence and spread of epidemic phenomena of virescence during 1893 and 1894, it may be concluded that it was most likely a virus disease spread by insects.

SAMENVATTING

Afwijkingen in de uitwendige bouw van de plant zijn reeds zeer lang bekend als abnormaliteiten, monstrositeiten of misvormingen. In een omvangrijke literatuur zijn velerlei vormafwijkingen beschreven. Oorspronkelijk werden ze door een min of meer zelfstandige tak van wetenschap, de teratologie, hoofdzakelijk uit morfologisch gezichtspunt bestudeerd.

Het optreden van de teratologica blijkt steeds meer te herleiden te zijn tot duidelijk te omschrijven oorzaken, waardoor de studie in toenemende mate wordt verschoven naar het vakgebied der planteziektenkunde. Hiermee dreigt de teratologie als wetenschap geleidelijk te verdwijnen. Geargumenteerd wordt echter, dat onder plantenteratologie dient te worden verstaan: de tak van wetenschap, welke zich bezighoudt met alle aspecten van de afwijkingen der uitwendige bouw.

Omdat doorgaans sprake is van ziekteverschijnselen, zoals bij de vormafwijkingen welke op grote schaal veroorzaakt worden door heksenbezemvirussen, is het wellicht beter om in plaats van teratologie te spreken van pathologische morfologie. Deze naam brengt tot uitdrukking, dat de teratologie van betekenis is zowel voor de fytopathologie als voor de morfologie. Het morfologisch onderzoek blijkt tevens inzicht te kunnen geven in de wijze waarop de pathogenen de fysiologie der waardplant verstoren en hun morfogene werking uitoefenen.

Met enkele voorbeelden wordt aangetoond, hoe de teratologische literatuur voor de fytopathologie gegevens bevat, welke vooral uit historisch oogpunt waardevol zijn. Zo zijn de bloemoplossingsverschijnselen bij framboos, welke veroorzaakt worden door een heksenbezemvirus (dwergziekte), in de teratologische literatuur reeds lang bekend (fig. 1). Of ook deze door een virus werden veroorzaakt is niet met zekerheid na te gaan. Verschijnselen van vergroening en fyllodie bij klavers (fig. 2), waarvan onlangs is aangetoond dat ze door een virus kunnen worden veroorzaakt, zijn ook reeds lang bekend en zeer veelvuldig beschreven. Tenslotte kan uit het onderzoek dat HUGO DE VRIES instelde naar het optreden en de verspreiding van epidemische vergroeningsverschijnselen in

1893 en 1894, worden afgeleid dat het hier naar alle waarschijnlijkheid reeds ging om een virusziekte, welke door insecten werd verspreid.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express special thanks to Miss L. VAN DER BURG of the Department for Plant Taxonomy and Plant Geography of the Agricultural University, Wageningen, for making the drawings. He is greatly indebted to Prof. Dr. D. J. HAGEDORN, University Wisconsin, for help with the English text.

LITERATURE

- BECKER, R., - 1941. Untersuchungen über die Blüh- und Befruchtungsverhältnisse und die Blütenmiszbildungen des Weizklee (Trifolium repens L.). Der Futtersaatbau 1 (4): 33-117.
- BLOCH, R., - 1954. Abnormal plant growth. Brookhaven Symp. in Biol. 6: 41-54.
- BOS, L., - 1957. Heksenbezemverschijnselen, een pathologisch-morfologisch onderzoek (Witches' broom phenomena, a patho-morphological study). Meded. Landbouwhogeschool Wageningen, Ned. 57 (1): 1-79.
- CONWENTZ, H., - 1878. Ueber aufgelöste und durchgewachsene Himbeerblüthen. Nova Acta Ksl. Leop.-Carol.-D. Akad. Naturf. 40: 99-116.
- EVENHUIS, H. H., - 1957. Investigations on a leafhopper-borne clover virus. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Dis. (in press.).
- FRAZIER, N. W. & A. F. POSNETTE, - 1956. Leafhopper transmission of a clover virus causing green petal disease in strawberry. Nature 177: 1040-1041.
- GÄUMANN, E., - 1951. Pflanzliche Infektionslehre, 2e Aufl. Basel.
- HARRISON, J. H., - 1952. A reconsideration of plant teratology. Phytion 4: 19-34.
- KÜSTER, E., - 1925. Pathologische Pflanzenanatomie, 3e Aufl. Jena.
- KUNKEL, L. O., - 1943. Viruses in relation to the growth of plants. Torreyia 43: 87-95.
- KUNKEL, L. O., - 1953. Aster Yellows. Yearbook of Agric. 1953: 642-645.
- KUNKEL, L. O., - 1954. Virus-induced abnormalities. Brookhaven Symp. in Biol. 6: 157-173.
- MASTERS, M. T., - 1869. Vegetable Teratology. London.
- MOQUIN-TANDON, A., - 1841. Éléments de Teratologie végétale ou Histoire abrégée des anomalies de l'organisation dans les végétaux. Paris.
- PENZIG, O., - 1921-1922. Pflanzen-Teratologie, 2e Aufl. Berlin.
- PEYRITSCH, J., - 1882. Zur Aetiologie der Chloranthieen einiger Arabis-Arten. Jahrb. Wiss. Bot. 13: 1-22.
- RISCHKOV, V., - 1935. Filtrierbarer Virus und Formbildung. Proc. 6th Intern. Bot. Congr. Amsterdam II: 195-197.
- RITZEMA BOS, J., - 1904. Eenige misvormingen of monstrositeiten. T.Pl.ziekten 2: 135-144.
- Symposium, - 1954. Abnormal and Pathological Plant Growth. Brookhaven Symp. in Biol. 6, Upton, New York.
- VELENOVSKÝ, J., - 1905-1913. Vergleichende Morphologie der Pflanzen. Praag.
- VENEMA, H. J., - 1949. Afwijkingen bij planten. Eerste Ned. Syst. Inger. Encycl. dl VI: 208-210.
- VRIES, H. DE, - 1896. Een epidemie van vergroeningen. Bot. Jaarb. Gent 8: 66-91.
- VUILLEMIN, P., - 1926. Les Anomalies végétales. Paris.
- WORSDELL, W. C., - 1915-1916. The principles of Plant Teratology. London.

UEBER *FUSICLADIUM SALICIPERDUM*
(ALL. et TUB.) LIND¹⁾

With a summary: On Fusicladium saliciperdu (All. et Tub.) Lind
Met een samenvatting: Over Fusicladium saliciperdu (All. et Tub.) Lind

VON

J. A. VON ARX

Phytopathologisches Laboratorium „Willie Commelin Scholten“, Baarn.

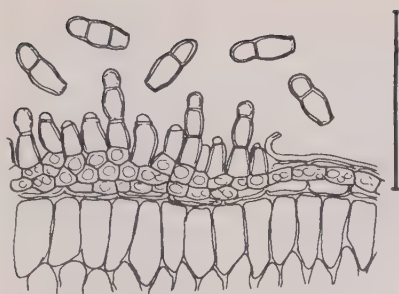
Wegen ihrem grossen Wert als Korbweide ist *Salix americana* hort. sehr beliebt. Sie liefert eine dünne, zähe, leicht zu schälende Rute. Die Weide hat aber viel zu leiden unter einer Zweigspitzen-Dürre, die durch den Pilz *Fusicladium saliciperdu* (ALL. & TUB.) LIND verursacht wird. Dieser befällt in den holländischen Weidenanbau-Gebieten zur Hauptsache *Salix americana* und konnte auf *S. fragilis* und auf *S. amygdalina* im Sommer und Herbst 1956 nicht beobachtet werden.

Bei *S. americana* vermag der Pilz die jungen Triebe (Triebspitzen), sowie noch junge Blätter zu infizieren. Auf den letzteren verursacht er braune, scharf begrenzte, unregelmässige Blattflecken (Abb. 1). Da diese bereits auf dem noch nicht voll entwickelten Blatt entstehen und dieses an den infizierten Stellen nicht mehr weiter wächst, erhält es eine krumme, verbogene Gestalt. Der grösste Schade entsteht durch den Befall der Triebspitzen. Um die Befallsstelle, bei der es sich oft um die Ansatzstelle eines sich entwickelnden Blattes handelt, entsteht eine dunkle, in der Rutenrichtung verlaufende Nekrose. Ueber dieser stirbt die Triebspitze ab und verwelkt unter Braunfärbung der noch unentwickelten Blätter (Abb. 2).

Die Konidienpolster entstehen sowohl in den Blattflecken wie in den Zweignekrosen. Das Mycel wächst vor allem in den Epidermiszellen und breitet sich, oft den Blattnerven folgend bänderförmig aus. Diesen Hyphenbändern sitzen die olivengrünen Konidienpolster auf. Ueber ihnen wird die Epidermis-Aussenwand aufgesprengt. Die Konidien entstehen akrogen an dem epidermalen Mycel entspringenden, kurz zylinderförmigen oder stumpf kegeligen, 8-15 μ langen und 5-8 μ breiten Trägerzellen. Sie sitzen ihnen mit breiter Basis auf und werden bei der Reife durch eine Querwand abgegrenzt (Abb. 3). Unter ihnen beginnen sich neue Konidien zu entwickeln, durch deren Druck die reifen abgestossen werden. Reife Konidien sind länglich tonnenförmig, in der Mitte am breitesten, im obern Drittel, seltener auch noch im untern Drittel septiert. Sie besitzen ein deutliches Epispor, sind bräunlich und messen 17-23 $\times$ 6,5-8,5 μ .

Wie aus dieser Beschreibung hervorgeht, kann dieser Pilz nicht bei der Gattung *Fusicladium* BON. im Sinne von HUGHES (1953) bleiben. Bei der Typusart dieser Gattung (*Fusicladium pyrourum* (LIB.) FUCK., Konidienform von *Venturia pirina* ADERH.) wächst das Mycel zwischen Epidermis und Kutikula und die meist einzelligen, birnförmigen Konidien entstehen an „denticulaten“ Konidienträgern einzeln auf kleinen Höckern. Da bei *F. saliciperdu* das Mycel

¹⁾ Aangenomen voor publikatie 1-5-1957.



100µ ABB. 3. Schnitt durch ein Konidienpolster von *Pollaccia saliciperda*.
Section through a fruiting body of *Pollaccia saliciperda*.
Doorsnede door een fructificatie van *Pollaccia saliciperda*.

in der Epidermis wächst, die Konidienträger dichte Polster bilden und kurz bleiben, die Konidien akrogen nacheinander entstehen und im oberen Drittel septiert sind oder zwei Septen bilden, passt die Art gut in die Gattung *Pollaccia* BALD. & CIF. (vgl. SERVAZZI, 1939; HUGHES, 1953). Sie hat ***Pollaccia saliciperda*** (ALL. & TUB.) v. ARX comb. nov. [Syn.: *Septogloeum saliciperdum* ALL. & TUB. in ALL. & SCHNABL – Fungi Bavar. no. 485 (1895); *Fusicladium saliciperdum* (ALL. & TUB.) LIND – Ann. Mycol. 3, 430 (1905)] zu heissen.

Die Gattung *Pollaccia* umfasste bisher zwei Arten, *P. radiosa* (LIB.) BALD. & CIF. und *P. elegans* SERV., die beide auf *Populus*-Arten Blattflecken und eine Zweigdürre verursachen. Von beiden ist eine *Venturia* als Ascusform bekannt geworden. *P. saliciperda* steht *P. radiosa* sehr nahe und die beiden Arten wurden von ROSTRUP (1883) unter dem Namen *Fusicladium ramulosum* (DESM.) ROSTR. zusammengefasst.

Als Ascusform von *Pollaccia saliciperda* wurde bisher *Venturia chlorospora* (CES.) KARST. angenommen (LIND, 1905; FRANCKE-GROSMANN, 1957). Dieser Pyrenomycet wurde auf toten Blättern zahlreicher Weidenarten besonders in arktischen Gebieten und in den Alpen gefunden.

Herr Ir. W. P. DE LEEUW (Pflanzenziekenkundige Dienst, Wageningen) fand nun auf einigen aus der Nähe von Utrecht eingesandten, absterbenden Blättern von *Salix americana* eine bemerkenswerte *Venturia*. In dankenswerter Weise stellte er mir das Material zur Verfügung. Dieser Pilz (Abb. 4) soll hier etwas ausführlicher beschrieben werden.

Die sich im Blattgewebe zerstreut unter der Epidermis entwickelnden Perithezien sind kugelig oder etwas unregelmässig, unten oft flach und erreichen einen Durchmesser von 50–100 µ. Ihre Wand ist 5–10 µ dick und besteht aus einer oder zwei Lagen von durchscheinend braunwandigen, eckigen, oft etwas abgeplatteten, 4–9 µ grossen Zellen. Sie brechen auf beiden Blattseiten mit einer schnabelförmigen, weit vorragenden, 40–100 µ langen, 30–40 µ breiten, von einem Kanal durchbohrten Mündung hervor. Diese besteht aus ziemlich zartwandigen, hellbraunen Zellen oder Hyphengliedern und ist unten von einem Kranz von dunklen, derben, 25–60 µ langen und 3–5 µ dicken Borsten umgeben. Die wenig zahlreichen Asci besitzen eine doppelte Membran und messen 35–45 × 7–9 µ. Die hell grünlich gelben Ascosporen sind in oder etwas oberhalb der Mitte septiert, bei der Querwand schwach eingeschnürt und 10–14 × 3–4,5 µ gross. Die obere Zelle ist 4–6, die untere 6–8 µ lang.

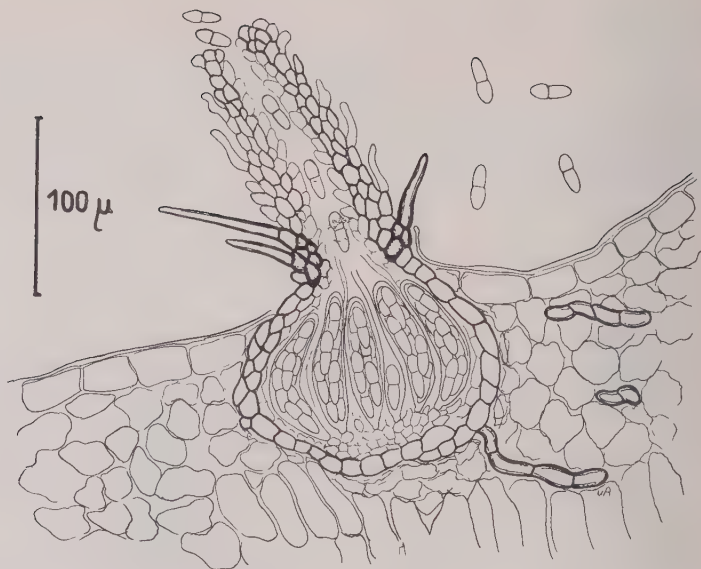


ABB. 4. Medianschnitt durch ein Perithecium von *Venturia chlorospora*, wie es auf *Salix americana* gefunden wurde.

Section through a perithecium of *Venturia chlorospora* found on dead leaves of *Salix americana*.

Dwarsdoorsnede door een perithecium van *Venturia chlorospora*, gevonden op afgestorven bladeren van *Salix americana*.

Von typischen Formen von *Venturia chlorospora* konnten mehrere Kollektionen untersucht werden, die Dr. E. MÜLLER (Zürich) in den Alpen auf abgestorbenen Blättern verschiedener *Salix*-Arten gesammelt hatte und die er mir in dankenswerter Weise zur Verfügung stellte. Hier bildete der Pilz dunkle, kugelige, 90–140 μ grosse, um die papillenförmige Mündung meist mit einigen Borsten versehene Perithezien. Die wenig zehltreichen Asci massen 60–70 $\times$ 13–16 μ und enthielten acht gelblich grüne oder bräunliche, 14–18 $\times$ 5–6 μ grosse Ascosporen. Diese waren in der Mitte oder fast im oberen Drittel unterteilt; dabei war die kürzere obere Zelle etwas breiter als die untere.

Wie auch der auf *Salix americana* gefundene Pilz bildet *V. chlorospora* im Wirtssubstrat ein dickwandiges, braunes, dunkles, aus septierten, 5–9 μ dicken Hyphen bestehendes Mycel.

In durch Schleudernlassen von Ascosporen erhaltenen Reinkulturen der auf der Amerikanerweide gefundenen *Venturia* bildete das Mycel dunkle, olivengrüne oder braune, sich nur langsam ausbreitende Polster. Die Hyphen waren braun, septiert und 4–6 μ dick; in ihnen entstanden oft in Ketten dickwandige, dunkelbraune Chlamydosporen. Auf Hafermehlagar bildete der Pilz bei 24°C im Dunkeln nach 4–6 Wochen reife Perithezien. Diese hatten keine schnabelförmige Mündung, sondern öffneten sich mit einer einfachen, durchbohrten Papille. Die Ascosporen massen 12–17 $\times$ 4–6 μ , waren also grösser als dieje-



ABB. 1.

Durch *Pollaccia saliciperda* befallene Blätter von *Salix americana*.

Leaves of Salix americana affected by Pollaccia saliciperda.

Bladeren van Salix americana, aangetast door Pollaccia saliciperda.

ABB. 2.

Durch *Pollaccia saliciperda* abgetötete Triebspitzen von *Salix americana*. Der rechts abgebildete Trieb hatte nach dem Verdürren der Triebspitze (unerwünschte) Seitentriebe geformt, die wiederum vom Pilz befallen wurden.

Die-back of Salix americana caused by Pollaccia saliciperda. The right osier has produced (undesired) side-shoots which in their turn have been infected by the fungus.

Ingestorven toppen van Salix americana, veroorzaakt door Pollaccia saliciperda. De teen rechts heeft na het afsterven van de top (ongewenste) zijtakken gevormd, die opnieuw door de schimmel werden aangetast.



Abb. 2.

nigen aus den auf den *Salix*-Blättern gewachsenen Perithecieën. In im Tageslicht bei einer Temperatur zwischen 10 und 23°C bewahrten Reinkulturen konnten nach 10 Wochen reife Perithecieën gefunden werden. Diese hatten wohl eine verlängerte, mit kurzen Borsten besetzte Mündung.

Diese Reinkulturen stimmten vollkommen mit denen überein, die Dr. MÜLLER von den in den Alpen gesammelten Formen von *V. chlorospora* hergestellt hatte. Trotz der kleineren, sich mit einem verlängerten Schnabel öffnenden Perithecieën und trotz der kleineren Ascosporen muss daher der auf *Salix americana* wachsende Pilz mit *Venturia chlorospora* identifiziert werden. Es handelt sich um eine veränderliche Art, deren Perithecieën und Ascosporen in ihrer Grösse stark variieren können.

In den untersuchten Reinkulturen von *V. chlorospora* konnten nie Konidien beobachtet werden, die mit denen von *Pollaccia saliciperda* übereinstimmten. Anderseits sporulierte dieser Pilz reichlich in durch Aussäen von Konidien erhaltenen Reinkulturen. Mit Hilfe dieser Kulturversuche konnte daher eine Zusammengehörigkeit von *Pollaccia saliciperda* mit *Venturia chlorospora* nicht bestätigt werden.

SUMMARY

The young leaves and the growing tips of the shoots of *Salix americana* hort. have been found attacked heavily by *Fusicladium saliciperda* (ALL. & TUB.) LIND. This fungus, however, is not found on *Salix amygdalina* and *S. fragilis*. A description of the symptoms and of the morphological characters of the fungus is given. It is closely related to *Pollaccia radiosa* (LIB.) BALD. & CIF. (on popular) and must be named *Pollaccia saliciperda* (ALL. & TUB.) v. ARX comb. nov.

On dead leaves of *Salix americana*, perithecia of a fungus were found, which could be determinated as *Venturia chlorospora* (CES.) KARST. Pure culture experiments showed no connection between this *Venturia* and *Pollaccia saliciperda*. In pure cultures of the latter, only conidia were found. Cultures of the *Venturia*, however, showed perithecia with mature asci and ascospores, but no conidia.

SAMENVATTING

Salix americana hort. is een van de belangrijkste griendgewassen, omdat de éénjarige twijgen dunne en gemakkelijk te pellen tenen leveren. De jonge bladeren en de groeitoppen hadden in 1956 veel last van een ziekte, die veroorzaakt werd door de schimmel *Fusicladium saliciperda* (Afb. 1 en 2). Daarentegen werd deze op *Salix amygdalina* en *S. fragilis* niet aangetroffen. Op grond van het ziektebeeld en de morphologische bouw van de fructificaties (Afb. 3) is deze schimmel geen typische soort van het geslacht *Fusicladium* BON. sensu HUGHES, maar behoort tot het geslacht *Pollaccia* BALD. & CIF. *Fusicladium saliciperda* is na verwant met *Pollaccia radiosa* (LIB.) BALD. & CIF. Deze soort veroorzaakt een overeenkomstige ziekte op populieren. De twee schimmels zijn vooral door verschil in conidiën-grootte te onderscheiden. De naam *Fusicladium saliciperda* moet vervangen worden door *Pollaccia saliciperda* (ALL. & TUB.) v. ARX.

Ir. W. P. DE LEEUW (Plantenziektenkundige Dienst) vond op enkele vochtig gelegde bladeren van *Salix americana* een ascomyceet, die als *Venturia chloro-*

spora kon worden gedetermineerd (Afb. 4). Deze soort werd vooral in arctische gebieden en in de Alpen gevonden op dode bladeren van talrijke wilgensoorten. Enkele vondsten werden ook uit Noord-Duitsland vermeld. Men veronderstelde algemeen, dat deze *Venturia* het overwinterings-stadium van *Pollaccia saliciperda* zou zijn. Dit verband tussen de twee schimmels kon niet worden aangetoond. In reinkultures van *Venturia chlorospora* ontstonden peritheciën met rijpe asci en ascosporen, maar geen conidiën. In cultures van *Pollaccia saliciperda* daarentegen werden wel conidiën gevormd, maar nooit peritheciën.

LITERATUR

- FRANCKE-GROSMANN, H., – 1957. Beobachtungen und Versuche zur Triebspitzendürre der Amerikanerweide, verursacht durch *Venturia chlorospora* (CES.) ADERH. (Im Druck).
 HUGHES, S. J., – Some foliicolous Hyphomycetes. *Canad. J. Bot.* 31, 560–576.
 LIND, J., – 1905. Ueber einige neue und bekannte Pilze. *Ann. Mycol.* 3, 427–432.
 ROSTRUP, E., – 1883. Fortsatte Undersøgelser over Snyltesvampes Angreb paa Skovtræer. *Tidskr. for Skovbrug* 6, 294.
 SERVAZZI, O., – 1939. Contributi alla patologia dei Pioppi. VI. Ricerche sulla così detta defogliazione primaverile dei Pioppi. *Boll. Lab. sper. R. Oss. Fitopat. Torino*, 15, 49–152 (1938).

TABAKSNECROSEVIRUS IN SAMENHANG MET EEN OPPERVLAKKIGE AANTASTING VAN AARDAPPELKNOLLEN¹⁾

With a summary:

Tobacco necrosis virus associated with a superficial affection of potato tubers

DOOR

D. NOORDAM

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.), Wageningen

INLEIDING

Sedert 1924 (ANONYMUS, 1925) komt bij het aardappelras Eersteling een enkele maal een aantasting van de knollen voor, waarbij drie verschillende verschijnselen kunnen worden onderscheiden, aangeduid met de letters A, B en C. Deze aanduiding heeft aanleiding gegeven de ziekte ABC-ziekte te noemen. De aantasting komt slechts op bepaalde percelen voor. De besmetting is dus in sterke mate aan de grond gebonden en gaat, voor zover thans bekend, niet met het pootgoed over (ANONYMUS, 1926, 1931, 1954).

De drie verschijnselen worden (ANONYMUS, 1925) beschreven als: A, donkere, bruinachtige, min of meer uitpuilende plekken; B, donkere, bijna zwarte, ingezonken, vaak enigszins hoefijzervormige vlekken; C, lichtere, meer bruine vlekken met tal van, vaak evenwijdige, barstjes. Men heeft geen schimmels en bacteriën als oorzaak van de ziekte kunnen vinden. Daarom werd op verzoek van de Plantenziektenkundige Dienst nagegaan of dit verschijnsel een gevolg zou kunnen zijn van de aanwezigheid van een virus. De heren Ir. DE LINT, MEYER en DORST van genoemde dienst wordt dank betuigd voor de inlichtingen, die zij mij over deze ziekte verschaften.

In het hiervolgende onderzoek is het voorkomen van tabaksnecrosevirus in ABC-zieke knollen aangetoond.

ZIEKTEVERSCIJNSELEN

De ziekteverschijnselen zijn tot de knollen beperkt; misschien hangen geregeld voorkomende bruine vlekken op de wortels eveneens met deze ziekte samen.

Bij in juli vers gerooide, aangetaste knollen van Eersteling ziet men op de schil zwartbruine vlekken met stervormige barsten, of barsten, die een netwerk vormen (Fig. 1). De vlekken doen aan schurftaantasting denken, maar een opvallend verschil is, dat de vlekken omgeven zijn door een lichterbruine zone zonder barsten. Op doorsnede ziet men, dat de necrose van de vlekken slechts zeer ondiep in het vlees doordringt. Behalve deze zwartbruine vlekken vindt men vlekken van dezelfde grootte als de stervormige, maar lichtbruin van kleur en met onduidelijke of in het geheel geen barsten. De stervormige vlekken veranderen tijdens de bewaring niet meer (ANONYMUS, 1954); wel worden de zones om de vlekken en de lichtbruine vlekken op den duur donkerder bruin.

Tijdens de bewaring ontstaan blaasvormige, opgezwollen vlekken, die soms

¹⁾ Aangenomen voor publicatie: 1-9-1957.

reeds bij het rooien zichtbaar zijn en die naderhand overgaan in ingezonken vlekken (ANONYMUS, 1954, blz. 56–58). Deze ingezonken vlekken kunnen diep in het vlees doordringen, waardoor een groot deel van de knol in een droge, bruine massa overgaat.

Men kan zich voorstellen, dat de lichtbruine vlekken zonder barsten het beginstadium van de aantasting zijn, terwijl deze zich bij de nog groeiende aardappel kunnen ontwikkelen tot de zwartbruine vlekken met barsten. Blijkbaar kunnen zich na afloop van de groei geen ronde vlekken meer vormen en ontstaan uitsluitend blaasjes en ingezonken plekken.

Bij Rode Eersteling kan men dezelfde verschijnselen waarnemen, maar dit ras is gewoonlijk wat sterker dan Eersteling aangetast.

Bij Bintje, afkomstig van hetzelfde perceel als Eersteling, zijn geen uitgesproken stervormige vlekken aanwezig, maar wel bruine vlekken met netvormige barstjes. Om deze vlekken bevindt zich niet steeds een bruine hof, zodat ze moeilijk van schurftvlekken kunnen worden onderscheiden. Nadat de knollen enige maanden zijn bewaard, ontstaat een bruine necrotische zone (zonder netwerk) om de vlekken, die een goed kenmerk is om de ziekte van schurft te onderscheiden. Typisch „waterige” vlekken, die zich slechts vanwege een iets lichtere kleur op de schil aftekenen, zijn ook aanwezig. De vlekken blijven zeer oppervlakkig, beperken zich tot een aantasting van de schil.

Doré (Fig. 2) vertoont dezelfde bruine vlekken als Bintje. „Waterige” vlekken zijn bij dit ras niet waargenomen.

SAPINOCULATIES

Stukjes van aardappelknollen werden in een mortier fijngemaakt, meestal verdund met wat water om beschadiging van de geïnoculeerde bladeren te voorkomen en vervolgens gewreven op blad van tabak, var. „White Burley”. Na twee of drie dagen ontstonden op de bladeren necrotische stippen, waaromheen zich later soms nog necrotische ringen ontwikkelden. Deze verschijnselen bleven beperkt tot de geïnoculeerde bladeren en deden denken aan verschijnselen van een infectie met tabaksnecrosevirus.

Kruisinoculaties toonden aan, dat het X-virus, dat in de Eerstelingknollen aanwezig was, op tabak geen bescherming gaf tegen het necroseverwekkende virus.

Dat we inderdaad met tabaksnecrosevirus te doen hadden bleek in een serologische proef. Het virus gaf namelijk precipitatie reacties met een antiserum tegen het tabaksnecrosevirus „Rothamsted” (BAWDEN, 1941, BAWDEN & PIRIE, 1942). Men kan hieruit de conclusie trekken, dat het virus tot de Rothamsted groep der tabaksnecrosevirussen behoort. Tot deze groep behoren ook tabaksnecrosevirussen, die geïsoleerd werden uit boon (BAWDEN & VAN DER WANT, 1949) en tomaat (THUNG, 1953).

In de tot nu toe genomen proeven, is het nog niet gelukt knollen met het virus ziek te maken. Een direct bewijs, dat het tabaksnecrosevirus oorzaak van de ziekte is, ontbreekt dus. Een aanwijzing, dat dit virus de oorzaak kan zijn van de ABC-ziekte is gelegen in het feit, dat het virus in de vlekken steeds in sterke mate wordt aangetroffen, maar in schilgedeelten zonder verschijnselen gewoonlijk minder of in het geheel niet voorkomt. In Tabel 1 zijn de gegevens die hierop betrekking hebben samengevat.

TABEL 1. Aantal locale vlekken op tabak na inoculatie met sap van aangetaste en er gezond uitzierende schilgedeelten, afkomstig van 11 aardappelknollen

TABLE 1. Number of local lesions on tobacco resulting from inoculation with sap from diseased and healthy-looking parts of the skin of 11 potato tubers

Aardappelras <i>Potato variety</i>	Aard van de symptomen op de knollen <i>Nature of the symptoms on the tubers</i>		
	Stervormige vlekken <i>Star-shaped lesions</i>	Waterige vlekken <i>Watersoaked lesions</i>	Uiterlijk gez. schil <i>Healthy looking skin</i>
1. Eersteling <i>Duke of York</i>	100	—	0
2. „	50	—	1
3. „	75	—	13
4. „	175	—	140
5. „	97	—	0
6. „	230	—	0
7. „	18	—	20
8. „ (Fig. 1.)	300	250	2
9. Bintje (Fig. 2)	150	243	26
10. Doré (Fig. 3)	32	—	0
11. Doré (Fig. 3)	43	—	0

Dat ook in de uiterlijk gezonde schilgedeelten soms virus werd aangetroffen, zoals uit de tabel blijkt, behoeft niet te verwonderen, wanneer men bedenkt hoe moeilijk het is gezonde schilgedeelten van de waterige, slechts weinig van de schil afstekende vlekken te onderscheiden.

Ook in weefsel van ingezonken knolgedeelten bleek tabaksnecrosevirus aanwezig te zijn.

Behalve in de knollen werd het virus ook in de wortels van de aardappelplanten aangetroffen. Of het virus in de wortels gelocaliseerd is in bruine vlekken, die hier en daar aanwezig waren werd niet nagegaan.

Onderzocht werd nog of ook in de wortels van onkruiden die groeiden op hetzelfde perceel als de aardappels, tabaksnecrosevirus te vinden was, maar in geen enkel monster werd dit virus aangetroffen.

Tabaksnecrosevirussen zijn in vele landen aangetroffen, namelijk in Australië (SMITH & BALD, 1935), Duitsland (BODE, 1943), Engeland (o.a. SMITH & BALD, 1935), Hongarije (SZIRMAI, 1940), Italië (MARCELLI, 1953), Nieuw Zeeland (FRY, 1952), U.S.A. (o.a. FULTON, 1950; PRICE, MCWHORTER & STERANKA, 1950).

In Nederland is tabaksnecrosevirus bekend van boon (VAN DER WANT, 1948, BAWDEN & VAN DER WANT, 1949); van tulp (DE BRUYN OUBOTER & VAN SLOGTEREN, 1949); van tomaat (THUNG, 1953). Ook bij *Bouvardia*, *Primula obconica* en aardbei is tabaksnecrosevirus aangetroffen.

De vraag doet zich nu voor of in Nederland het tabaksnecrosevirus van aardappel, boon, tulp en tomaat slechts ziekteverschijnselen bij het betreffende gewas kan veroorzaken, of dat bijvoorbeeld het virus van boon bij aardappel de hier beschreven verschijnselen op de knol kan teweegbrengen.

BAWDEN (1941) vond, dat tabaksnecrosevirussen (o.a. van tabak en boon) die op de toetsplanten niet te onderscheiden waren, wel als verschillende virussen moeten worden beschouwd, daar ze serologisch geen antigenen met elkaar gemeen hebben.

Later bleek, dat er toch ook in de reactie op toetsplanten wel verschillen zijn tussen een aantal isolaties van deze virussen (BAWDEN & VAN DER WANT, 1949 en FULTON, 1950). Bij boon is het verschil tussen twee serologisch verwante stammen van tabaksnecrosevirus zo groot, dat de ene stam de gehele boneplant aantast, terwijl de andere slechts in zeldzame gevallen tot spreidsymptomen aanleiding geeft. De serologische verwantschap van het virus van boon en aardappel zegt dus niets ten aanzien van de kwestie of beide virussen zowel stippelstreep bij boon als aantasting van de knollen bij aardappel kunnen veroorzaken. Het is daarom voorbarig deze vier, in Nederland voorkomende ziekten aan een en dezelfde veroorzaker toe te schrijven.

SUMMARY

Since 1924 (ANONYMUS, 1924) a disease of tubers of the potato variety Duke of York has been known which is characterized by three types of symptoms. The designation of these three types of symptoms with the letters A, B and C gave rise to the name „ABC disease” (ANONYMUS, 1954, pp. 16-17). Neither fungi nor bacteria have ever been identified as cause of the disease. The disease was found only in certain fields and the diseased tubers always produced a healthy or nearly healthy progeny (ANONYMUS, 1926, 1931, 1954).

The skin of recently lifted diseased tubers of Duke of York shows dark brown lesions with star-shaped or reticular cracks (FIG. 1). The lesions are circular (at most 1 cm in diameter) or band-like. On the band-like lesions the cracks are arranged transverse to the length of the band. The lesions somewhat resemble those of scab, but are surrounded by lighter brown zones without cracks. Sections through affected spots reveal that the necrosis is only superficial in the flesh. Besides the dark brown lesions there are spots of the same diameter as the star-shaped ones, but light brown in colour and with or without inconspicuous cracks. In storage the star-shaped lesions remain unaltered (ANONYMUS, 1954), but the surrounding zones of the lesions and the light brown spots become darker brown.

In storage blisters may develop, which change afterwards into sunken areas (ANONYMUS, 1954). The blisters are sometimes already present at lifting. The sunken lesions may involve the greater part of the tubers.

The variety Red Duke of York shows similar symptoms, though usually more pronounced.

The variety Bintje shows brown lesions with reticular cracks; the lesions are not always surrounded by a brown zone without cracks. Water-soaked spots, only slightly darker than the skin, can also be seen. After some months of storage a brown necrotic zone (without reticulum) develops around the lesions and is a good symptom to distinguish the disease from scab. The scab-like lesions in Bintje are more superficial than in Duke of York.

Doré (Fig. 2) shows the same brown lesions as Bintje. There are no water-soaked lesions.

The tobacco variety White Burley showed, two to three days after inoculation with sap from diseased tissues, local lesions similar to those of tobacco necrosis virus. A positive precipitin reaction was obtained with antiserum against the Rothamsted strain of tobacco necrosis (BAWDEN, 1941; BAWDEN & PIRIE, 1942). Consequently the virus belongs to the „Rothamsted” group of tobacco necrosis viruses.

So far, inoculations of tubers of Duke of York with the virus have been without success. An indication that tobacco necrosis may be the cause of the disease is that the virus proved to be always present in the diseased parts of tubers whereas little or no virus was found in the healthy parts (Table 1). The fact that virus was sometimes demonstrated in healthy parts of the skin may be attributed to the difficulty of distinguishing diseased watersoaked parts from healthy parts.

Tobacco necrosis virus was also found in the sunken spots on tubers of Duke of York and in the roots of the plants. In roots of weeds from the same field no virus was found.

In the Netherlands tobacco necrosis virus occurs naturally in bean (VAN DER WANT, 1948; BAWDEN & VAN DER WANT, 1949), tulip (DE BRUYN OUBOTER & VAN SLOGTEREN, 1949) and tomato (THUNG, 1953). The virus has also been found in *Bouvardia*, *Primula obconica* and strawberry (unpublished data).

Tobacco necrosis is a disease that can be caused by a number of serologically unrelated viruses (BAWDEN, 1941). On the other hand serologically related tobacco necrosis viruses may differ in the manner in which they affect plants (BAWDEN & VAN DER WANT, 1949; FULTON, 1950). The tobacco necrosis viruses of bean (BAWDEN & VAN DER WANT, 1949), tomato (THUNG, 1953), and potato all belong to the Rothamsted group of tobacco necrosis viruses. Whether or not potato tubers grown on a field where beans were previously affected by stipple-streak, will develop the symptoms described in this paper is not known.

LITERATUUR

- ANONYMUS, - 1925, Versl. Med. Pl. ziektenk. Dienst. Jaarversl. 1924, 41: 11.
 ANONYMUS, - 1926, Versl. Med. Pl. ziektenk. Dienst. Jaarversl. 1925, 44: 11.
 ANONYMUS, - 1931, Versl. Med. Pl. ziektenk. Dienst. Jaarversl. 1930, 64: 84.
 ANONYMUS, - 1954, Versl. Med. Pl. ziektenk. Dienst. Jaarboek 1953, 124: 16-18, 56-58.
 BAWDEN, F. C., - 1941. The serological reaction of viruses causing tobacco necrosis. Brit. J. exp. Path. 22: 59-70.
 BAWDEN, F. C. & N. W. PIRIE, - 1942. A preliminary description of preparations of some of the viruses causing tobacco necrosis. Brit. J. exp. Path. 23: 314-327.
 BAWDEN, F. C. & J. P. H. VAN DER WANT, - 1949. Bean stipple-streak caused by a tobacco necrosis virus. T. Pl. ziekten 55: 142-150.
 BODE, O., - 1943. Über ein vom Tabak isoliertes Virus („EN“) mit stark nekrotischer, auf die Infektionsstelle beschränkter Wirkung. Phytopathol. Z. 15: 62-72.
 BRUYN OUBOTER, M. G. DE & E. VAN SLOGTEREN, - 1949. Het Augusta-ziek der tulpen een virus-ziekte van het tabaksnecrose-type. T. Pl. ziekten 55: 262-271.
 FRY, P. R., - 1952. Note on the occurrence of a tobacco necrosis virus in roots of lettuce showing big-vein. New Zealand J. Sci. Techn. A, 34: 224-225.
 FULTON, R. W., - 1950. Variants of the tobacco necrosis virus in Wisconsin. Phytopath. 40: 298-305.
 MARCELLI, E., - 1953. Un virus necrotico isolato da piante di tabacco affette da mosaico. Tabacco, Roma 57: 83-92.
 PRICE, W. C., F. P. MCWHORTER & B. H. STERANKA, - 1950. Natural occurrence of tobacco necrosis virus in primrose. Phytopath. 40: 391-392.
 SMITH, K. M. & J. C. BALD, - 1935. A description of a necrotic virus disease affecting tobacco and other plants. Parasitology 27: 231-245.
 SZIRMAI, J., - 1952. Palánták gyökérvírusának változata. Agrártud. egy., 4: 259-270. (Abs. Z. Pfl. Krankh. 61: 23-24).
 THUNG, T. H., - 1953. Corky root disease of tomato caused by a virus. Atti del 6 Congr. int. di Microbiol., Roma, 3: 392-393.
 WANT, J. P. H. VAN DER, - 1948. Het stippestreep van de boon (*Phaseolus vulgaris*) een ziekte veroorzaakt door een virus, dat in de grond overblijft. T. Pl. ziekten 54: 85-90.

AMOEBOID ORGANISMS ATTACKING LARVAE OF THE
POTATO ROOT EELWORM (*HETERODERA ROSTOCHIENSIS*
WOLL.) IN ENGLAND AND THE BEET EELWORM
(*H. SCHACHTII* SCHM.) IN CANADA¹⁾

Met een samenvatting: Amoëboïde organismen als aantasters van larven van het aardappelcyste-aaltje (Heterodera rostochiensis Woll.) in Engeland en het bievelcyste-aaltje (H. schachtii Schm.) in Canada

BY

R. D. WINSLOW

National Research Council of Canada Fellow, Science Service Laboratory,
Canada Department of Agriculture, London, Ontario

AND

T. D. WILLIAMS

School of Agriculture, University of Cambridge

Amoeboid organisms have been found attacking *Heterodera rostochiensis* in England and *H. schachtii* in Ontario. In both cases the attacks occurred under laboratory conditions on larvae emerging from cysts in water or in root leachate in glass dishes. The English form was recovered with potato eelworm cysts from soils from two locations in Feltwell Fen, Norfolk. The Ontario form was recovered with eelworm cysts from marl soil from a field infested with *H. schachtii* in the Blackwell district, Essex County.

The organisms (fig. 1) appear to be identical with or very similar to the organism found attacking larvae of *H. rostochiensis* in the Netherlands (WEBER, ZWILLENBERG & VAN DER LAAN, 1952), later described as *Theratromyxa weberi* by ZWILLENBERG (1953) who placed it provisionally in the Proteomyxa: Vampyrellidae. Additional observations on the *in vitro* culture, behaviour, host range and economic importance were published by VAN DER LAAN (1954).

In one aspect of their behaviour, both the English and Canadian organisms appear to differ from the Dutch form; their amoebae tend to be more individualistic. Hence extensive myxomycetous networks are rarely formed and parasitized nematodes usually occur singly, or at most in small clumps of 3-5, never in the large clumps of 100 or more mentioned by VAN DER LAAN. The Ontario form differs from the Dutch form, too, in its mode of attack in that it may attach itself to any region of the body of its prey, not merely to the head or tail region. The differences, however, may be largely or wholly due to differences in cultural conditions.

As pointed out by VAN DER LAAN, these organisms are not likely to prove of practical importance in biological control of plant nematodes.

¹⁾ Aangenomen voor publikatie: 4-9-1957.



FIG. 1.

Knol van het aardappelras Eersteling met donkerbruine vlekken, die ster- en netvormige barsten vertonen. Ook enige lichter gekleurde vlekken zijn zichtbaar; hierin zijn de barstjes nog niet volledig tot ontwikkeling gekomen

Tuber of the potato variety Duke of York showing dark-brown lesions with star-shaped and reticular cracks. Some lighter coloured lesions are also present; in these lesions the cracks have not yet fully developed

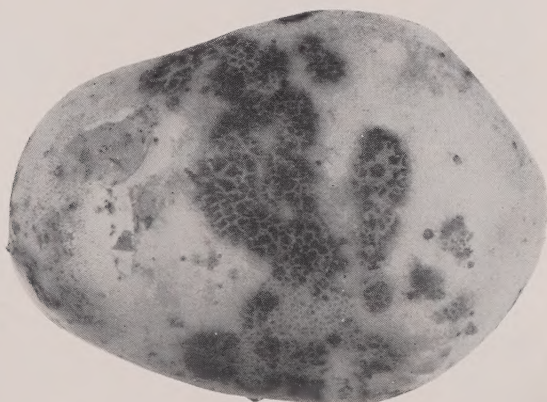
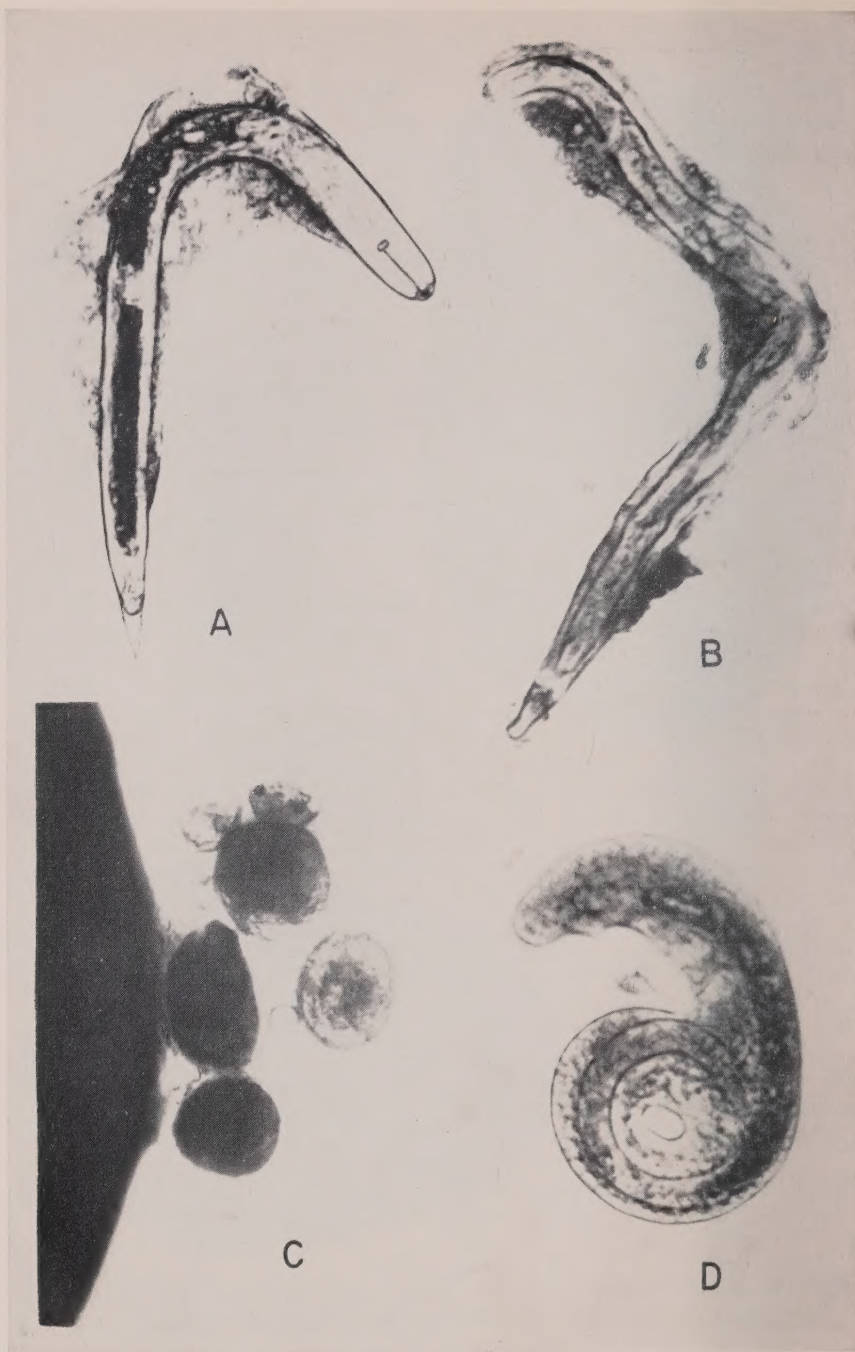


FIG. 2. Knol van het aardappelras Doré met bruine vlekken, die netvormige barstjes vertonen

Tuber of the potato variety Doré showing brown lesions with reticular cracks



SAMENVATTING

Amoebe-achtige organismen werden geïsoleerd uit grondmonsters, die cysten van *Heterodera rostochiensis* bevatten en afkomstig waren van twee plaatsen in Feltwell Fen, Norfolk, Engeland en uit grond van een perceel in het Blackwell district, Essex County, Ontario, Canada, dat besmet was met *H. schachtii*. Deze organismen lijken sterk op *Theratomyxa weberi* ZWILLENBERG, die bekend is als parasiet van het aardappelcystealtje in Nederland. Er werden enkele verschillen in gedrag tussen de in Engeland en Canada gevonden organismen en *T. weberi* waargenomen, maar deze kunnen het gevolg zijn van verschillen in kweekwijze.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge with thanks the advice and assistance of Dr. R. A. LUDWIG and Mr. A. J. GATES of the Science Service Laboratory, London, Ont. and Dr. H. TRIBE of the School of Agriculture, University of Cambridge in preparing the photomicrographs.

REFERENCES

- LAAN, P. A. VAN DER, - 1954. Nader onderzoek over het aaltjesvangende amoeboïde organisme, *Theratomyxa weberi* Zwillenberg. T Pl.ziekten 60: 139-145.
 WEBER, A. PH., L. O. ZWILLENBERG & P. A. VAN DER LAAN, - 1952. A predacious amoeboïd organism destroying larvae of the potato root eelworm and other nematodes. Nature 169: 834.
 ZWILLENBERG, L. O. - 1953. *Theratomyxa weberi*, a new proteomyxean organism from soil. Anthonie v. Leeuwenhoek 19: 101-116.

FIG. 1. Photomicrographs showing parasitism of *Heterodera schachtii* and *H. rostochiensis* by amoeboïd organisms. ($\times 275$ approx.)

- A. Larva of *H. schachtii* attacked by organism. Larva still struggling and organism highly vacuolated.
- B. Later stage; larva dead, beginning to shrink.
- C. Resting stages (hypocysts) of organism on cyst wall of *H. schachtii*.
- D. Coiled larva of *H. rostochiensis*; completely invested by organism (digestive cyst stage).

Aantasting van Heterodera schachtii en H. rostochiensis door amoeboïde organismen (vergrooting ongeveer 275 $\times$)

- A. Aangetaste larve van *H. schachtii*; de larve biedt nog weerstand, de amoebe vertoont vele vacuolen.
- B. Later stadium; de larve is dood en verschrompeld.
- C. Ruststadia van amoebe op cystewand van *H. schachtii*.
- D. Opgedorde larve van *H. rostochiensis*, die geheel door amoebe is ingehuld.

EDWIN MÖHN. Beiträge zur Systematik der Larven der Itonididae (= Cecidomyiidae, Diptera) 1. Teil: Porricondylinae und Itonidinae Mitteleuropas. Zoologica, 38. Band, Heft 105, Lief. 1 und 2, Seiten 1-247, mit 362 Figuren auf 30 Tafeln. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1955.

Bij de bestudering van schadelijk optredende galmugsoorten is het vaak zeer gewenst op korte termijn de identiteit van een bepaalde soort te weten. Staan op dat moment slechts larven ter beschikking, dan is men gedwongen te wachten tot hieruit de volwassen muggen zijn opgekweekt daar de galmugsystematiek nog grotendeels op imaginaire kenmerken berust. Daarom is het hier besproken samenvattende werk, dat het proefschrift van de auteur vormt, niet alleen voor de systematicus maar ook voor de op toegepast gebied werkende entomoloog van groot belang. Met behulp van vergelijkingsmateriaal en de op blz. 230 tot 238 voorkomende tabellen kunnen nl. de larven van de Porricondylinae en Itonidinae (waartoe vrijwel alle schadelijk optredende soorten behoren) tot op het geslacht worden gedetermineerd, waardoor vrij snel kan worden bepaald of de gezochte soort aanwezig kan zijn of dat het larven van mogelijke predatoren of inquilinen betreft. In het gedeelte dat aan deze tabellen voorafgaat, worden de Itonididae onderverdeeld in vier families, nl. Lestremiinae, Heteropezinae, Porricondylinae en Itonidinae; de onderzoeken omtrent de larven van de beide eerste onderfamilies zijn nog niet afgesloten. In het algemene gedeelte worden de morfologie en de levenswijze van de galmuglarven behandeld, terwijl wenken voor het opkweken en prepareren worden gegeven. Dan volgt het algemeen-systematische gedeelte, waarin het huidige systeem van de Itonididae wordt gecorrigeerd zonder echter tot een geheel nieuwe indeling over te gaan; in het speciaal-systematische gedeelte zijn geslachts- en soortsdagnosen van de in midden-europa voorkomende Porricondylinae en Itonidinae opgenomen.

Dan volgen de reeds genoemde tabellen met de hierop aansluitende vele, op heldere wijze uitgevoerde, afbeeldingen. Besloten wordt met een uitgebreide lijst van literatuurgegevens en een alfabetisch register van geslachts- en soortsnamen.

Alhoewel dit werk dus niet verder gaat dan de bepaling van het geslacht, biedt het toch een uitstekende en moderne basis voor verder onderzoek.

W. NIJVELDT